

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
 Отделение школы (НОЦ) Материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование технологического процесса изготовления детали «Вал 1»

УДК: 621.81-2-025.13

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3 – 8Л51	Гонтов Алексей Васильевич		22.05.20

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Алфёрова Е.А	канд. физ.- мат. наук		22.05.20

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Криницына З.В	канд. техн. наук		22.05.20

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Белоенко Е.В	канд. техн. наук		22.05.20

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Ефременков Е.А	канд. техн. наук		22.05.20

Результаты обучение

Код результата	Результат обучения
Общие по направлению подготовки	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.

P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства.
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение»
 Отделение школы (НОЦ) Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Ефременков Е.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3 – 8Л51	Гонтов Алексей Васильевич

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Вал 1»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.02.2020 г. №59-58/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.05.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Техническое задание: Чертёж детали «Вал 1» 4500шт./год Сталь 40Х Особых требований нет
--	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Технологическая часть: Определение типа производства, анализ технологичности конструкции детали, разработка маршрутного техпроцесса, размерный анализ, расчёт режимов резания, подбор оборудования, расчёт основного времени.</p> <p>Конструкторская часть: расчёт и проектирование оснастки.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж детали, размерный анализ технологического процесса, карта технологического процесса, чертеж приспособления, схема сборки.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Технологический</p>	<p>Алфёрова Е.А.</p>
<p>Конструкторский</p>	<p>Алфёрова Е.А.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Белоев Е.В.</p>
<p>Финансовый менеджмент</p>	<p>Креницына З.В</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>16.12.2019</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Алфёрова Е.А	канд. физ.-мат. наук		16.12.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3 – 8Л51	Гонтов Алексей Васильевич		16.12.2019

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 106 с., 8 рис., 28 табл., 21 источник.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ ВАЛ, ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ, РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНАСТКИ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ.

Объектом исследования является технологический процесса изготовления детали «Вал 1» .

Цель работы – проектирования технологического изготовления «Вал 1» и разработка станочного приспособления.

В процессе исследования проводился: анализ технологичности конструкции детали «Вал 1», разработка маршрута техпроцесса, размерный анализ, расчёт режимов резания, подбор оборудования, расчёт основного времени, расчёт и проектирование оснастки.

В результате исследования был разработан маршрут обработки, при котором будет обеспечена заданная конструктором точность, сокращение основных норм времени в результате использования высокопроизводительных станков с ЧПУ.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассчитана стоимость проекта технологического процесса изготовления «Вал 1». В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены вредные факторы присущие данному технологическому процессу, выбраны наиболее вероятные чрезвычайные ситуации и разработаны мероприятия по их предотвращению.

Степень внедрения: полученные результаты могут применяться в мелкосерийном производстве.

Область применения: машиностроение.

Оглавление

Введение	9
1 Технологическая часть.....	10
1.1 Исходные данные	10
1.2 Назначение и конструкция детали.....	11
1.3 Анализ технологичности конструкции детали.....	12
1.4 Определение типа производства.....	13
1.5 Выбор исходной заготовки для изготовления детали	16
1.6 Разработка технология изготовления вала	17
1.7 Расчет диаметральных технологических размеров.....	27
1.8 Расчет осевых технологических размеров	35
1.9 Расчет режимов резанья.....	49
1.10 Выбор оборудования и технологической оснастки	64
1.11 Расчет норм времени операций техпроцесса.....	66
2 Конструкторская часть.....	70
2.1 Описание конструкции приспособления	70
2.2 Расчет усилия закрепления.....	71
2.3 Расчет на точность приспособления.....	73
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	77
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	77
3.1.2 Анализ конкурентных технических решений	77
3.1.3 SWOT-анализ	79
3.2 Планирование научно-исследовательских работ	81
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	81
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	83
3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	84
3.3 Бюджет затрат на реализацию проекта	86
3.3.1 Расчет материальных затрат на проектирования технологического процесса изготовления «Вал 1».....	86
3.3.2 Расчет заработной платы исполнителей проекта.....	86

3.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) .	88
3.3.4 Накладные расходы.....	88
3.3.5 Формирование бюджета	89
3.4 Определение ресурсной ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности разрабатываемого проекта.....	89
4 Социальная ответственность.....	92
4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	92
4.2. Производственная безопасность	94
4.2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов	95
4.2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия.....	98
4.3. Экологическая безопасность	99
4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	101
Заключение.....	103
Список используемых источников	104
Приложение А Графическая часть к ВКР.....	106

Введение

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления изделия – “ Вал 1” и создания конкурентоспособного проекта с применением современного, высокопроизводительного оборудования.

Объектом исследования является технологически процесс изготовления детали вал. Для которого разработан маршрут техпроцесса, при котором обеспечена заданная конструктором точность и сокращены основные нормы времени.

В качестве предмета исследования приняты расчеты осевых и диаметральных размеров с построением размерных схем, расчеты режимов резания, выбор технологической оснастки, технико-экономические показатели проекта и анализ опасных и вредных факторов в проектируемой среде.

Для решения поставленных задач используется универсальное, современное оборудование. Спроектировано приспособление не требующие переналадки станка.

Результат проведённой работы могут применяться в мелкосерийном производстве с гибкой станочной системой, а приведенные расчеты в проекте смогут обеспечить заданную точность и оптимальные режимы резания.

1.2 Назначение и конструкция детали

Для осуществления вращательного движения используют специальные детали – валы и оси, которые своими специально приспособленными для этого участками – цапфами (шипами) или пятами – опираются на опорные устройства, называемые подшипниками или подпятниками.

Валом называют деталь (как правило, гладкой или ступенчатой цилиндрической формы), предназначенную для поддержания установленных на ней шкивов, зубчатых колес, звездочек, катков и т. д., и для передачи вращающего момента.

При работе вал испытывает изгиб и кручение, а в отдельных случаях помимо изгиба и кручения валы могут испытывать деформацию растяжения (сжатия). Некоторые валы не поддерживают вращающиеся детали и работают только на кручение (карданные валы автомобилей, валки прокатных станков и др.).

Данная деталь имеет ступенчатую форму. Исходя из данных должна быть выполнена из стали 40Х. Сталь 40Х относится к конструкционным сталям. Часто используется для изготовления осей, валов, штоков, втулок.

Сталь 40Х характеризуется следующими положительными качествами.

Достаточно высокая коррозионная стойкость, которая достигается при включении в состав хрома.

Высокие прочностные показатели. Твердость измеряется в различных показателях, часто применяется HRC и HB. Показатель твердости соответствует значению 217 МПа.

При выборе более подходящего материала уделяется внимание и удельному весу. Плотность стали 40Х составляет 7820 кг/м³.

Химический состав стали 40Х приведем в таблице 1.1

Таблица 1.1 - Химический состав стали 40Х в %:

C	0,36-0,44
Si	0,17-0,37
Mn	0,5-0,8
Ni	до 0,3
S	до 0,035
P	до 0,035
Cr	0,8-1,1
Cu	до 0,3
Fe	~ 97

1.3 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – вал изготовлена из легированной стали 40Х с требуемой твердостью 38-40 единиц HRC. Что указывает на необходимость в термической обработке закалкой с последующим отпуском. При термообработки есть вероятность сжечь резьбу М3,М4.

Вал имеет достаточно простую конструкцию ступенчатого цилиндра, кроме этого имеется коническая поверхность с углом конуса $30^{\circ} \pm 5'$. Исходя из этого, обеспечивается достаточно свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям.

А также деталь имеет достаточно точные размеры с допусками на размер 0,02мм и допуск радиального, торцевого биения указывает на необходимости внесения шлифовальной операции. Из-за этого необходимо выполнить канавки под выход шлифовального круга. На торце детали расположено 8 сквозных отверстий с резьбой М4-6Н и 6 отверстий глухих с резьбой М3-6Н.

Остальные обрабатываемые поверхности не представляют с точки зрения обеспечения точности и шероховатости не представляют затруднений. Деталь достаточно жёсткая что допускает ее обработку в универсальном

самоцентрирующемся трёхкулачковом патроне. Расположение крепежных резьбовых отверстий допускают многоинструментальную обработку. В связи с проведенным анализом следует, что конструкция вала достаточно технологична.

1.4 Определение типа производства

Тип производства по ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций, который находим по формуле [1, с. 19]:

$$K_{з.о} = \frac{t_{\partial}}{t_{cp}}, \quad (1.1)$$

где t_{∂} – такт выпуска деталей;

t_{cp} – среднее штучное время операций.

Такт выпуска детали определяем по формуле [1, с. 21]:

$$t_{\partial} = 60\Phi_{\partial} / N \quad (1.2)$$

где Φ_{∂} – действительный годовой фонд времени работы оборудования

N - годовой выпуск деталей.

Годовой фонд времени оборудования при двухсменном режиме составит:

$$F_T = 4015$$

Среднее штучное время рассчитывается по формуле [1, с. 22]:

$$t_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{ш.к i}}{n}, \quad (1.3)$$

где t_{cp} - штучное время i -ой основной операции;

n - число основных операций в технологическом процессе.

При подсчете среднего штучного времени следует исключить операции термообработки, промывки детали, удаление заусенцев, маркирования, а брать только основные операции.

Штучное время операций определяется по формуле [1, с. 147]:

$$t_{ш.к} = \varphi_{\kappa} \cdot T_o, \quad (1.4)$$

где φ_k - коэффициент зависящий от вида станка;

T_o - основное технологическое время операции.

В качестве основных операций выберем 7 операций ($n=7$)

Коэффициент φ_k будем брать из приложения [1, с. 146] согласно которому:

Заготовительная $\varphi_k=1,5$ (1 операция)

Токарная $\varphi_k=2,14$ (3 операции)

Фрезерная $\varphi_k=1,75$ (1 операция)

Шлифовальная $\varphi_k=2,1$ (2 операции)

Операция 0 (Отрезание заготовки)

$$T_{o0} = 0,00019D^2 = 0,00019 \cdot 65^2 = 0,8 \text{ мин}$$

$$t_{u0} = 1,5 \cdot 0,8 = 1,2 \text{ мин}$$

Токарная 1

$$T_{o1} = (0,037(D^2 - d^2) + 0,17Dl) \cdot 10^{-3} = (0,037(65^2 - 0^2) + 0,17 \cdot 63 \cdot 30) \cdot 10^{-3} = 0,47$$

$$t_{u1} = 2,14 \cdot 0,47 = 1 \text{ мин}$$

Токарная 2

$$T_{o2} = (0,037(D^2 - d^2) + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + \\ + 0,037(D^2 - d^2) + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + \\ + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,52dl * 6 + 0,21dl + 0,52dl) \cdot 10^{-3}$$

$$T_{o2} = (0,037(65^2) + 0,17 \cdot 62 \cdot 62 + 0,17 \cdot 48 \cdot 56 + 0,17 \cdot 36 \cdot 53 + 0,17 \cdot \\ \cdot 18 \cdot 44 + 0,17 \cdot 30 \cdot 12 + 0,17 \cdot 14 \cdot 34 + 0,037(14^2) + 0,17 \cdot 14 \cdot 34 + \\ + 0,17 \cdot 16 \cdot 11 + 0,17 \cdot 34 \cdot 2 + 0,17 \cdot 46 \cdot 5 + 0,17 \cdot 12 \cdot 0,5 + 0,17 \cdot 16 \cdot \\ \cdot 0,5 + 0,17 \cdot 34 \cdot 0,5 + 0,17 \cdot 46 \cdot 0,5 + 0,17 \cdot 60 \cdot 0,5 + 0,52 \cdot 3 \cdot 7 \cdot 6 + \\ + 0,21 \cdot 3 \cdot 0,5 + 0,52 \cdot 3 \cdot 6 \cdot 6) \cdot 10^{-3} = 2172,887 \cdot 10^{-3} = 2,17 \text{ мин}$$

$$t_{u2} = 2,14 \cdot 2,17 = 4,64 \text{ мин}$$

Токарная 3

$$T_{o3} = (0,037(D^2 - d^2) \cdot 2 + 0,17dl \cdot 2 + 0,17dl + \\ + 0,037(D^2 - d^2) + 0,18dl + 0,17dl + 0,17dl) \cdot 10^{-3}$$

$$T_{o3} = (0,037(65^2) \cdot 2 + 0,17 \cdot 60 \cdot 10 \cdot 2 + 0,17 \cdot 60 \cdot 0,5 + 0,037 \cdot \\ \cdot 40 \cdot 3 + 0,18 \cdot 40 \cdot 3 + 0,17 \cdot 40 \cdot 0,5 + 0,17 \cdot 40 \cdot 0,4) \cdot 10^{-3} = \\ = 553,91 \cdot 10^{-3} = 0,55 \text{ мин}$$

$$t_{u3} = 2,14 \cdot 0,55 = 1,17 \text{ мин}$$

Фрезерная 4

$$T_{o4} = 0,52dl \cdot 8 + 0,52dl \cdot 8 + 0,52dl \cdot 8 \cdot 10^{-3}$$

$$T_{o4} = 0,52 \cdot 4 \cdot 8 \cdot 8 + 0,52 \cdot 4 \cdot 8 \cdot 8 + 0,52 \cdot 4 \cdot 8 \cdot 8 \cdot 10^{-3} = 0,40 \text{ мин}$$

$$t_{u4} = 1,75 \cdot 0,4 = 0,7 \text{ мин}$$

Шлифовальная 5

$$T_{o5} = 0,15dl + 0,15dl \cdot 10^{-3}$$

$$T_{o5} = 0,15 \cdot 32 \cdot 8 + 0,15 \cdot 12 \cdot 32 \cdot 10^{-3} = 0,9 \text{ мин}$$

$$t_{u5} = 2,1 \cdot 0,9 = 1,89 \text{ мин}$$

Шлифовальная 6

$$T_{o6} = 0,15dl \cdot 10^{-3}$$

$$T_{o6} = 0,15 \cdot 60 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 0,1 \text{ мин}$$

$$t_{u6} = 2,1 \cdot 0,1 = 0,21 \text{ мин}$$

Среднее штучное калькуляционное время на все операции:

$$t_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{u.ki}}{n} = \frac{1,2 + 1 + 4,64 + 1,17 + 0,7 + 1,89 + 0,21}{7} = 1,54 \text{ мин}$$

$$K_{30} = \frac{60 \cdot 4015}{1,54 \cdot 4500} = 34,7$$

1.5 Выбор исходной заготовки для изготовления детали

Главным при выборе заготовки является обеспечение заданного качества готовой детали при ее минимальной себестоимости. В соответствии с механическими свойствами, а также типом производства, выбираем прокат стальной горячекатаный круглый ГОСТ 2590-2006 обычной точности.

С номинальным диаметром 65 мм и массой 1 метра проката 26,049 кг. Прокат изготавливаю длиной от 2 до 6 метров. Из конструкционной легированной стали 40Х. Эскиз заготовки представлен на рисунке 1.1.

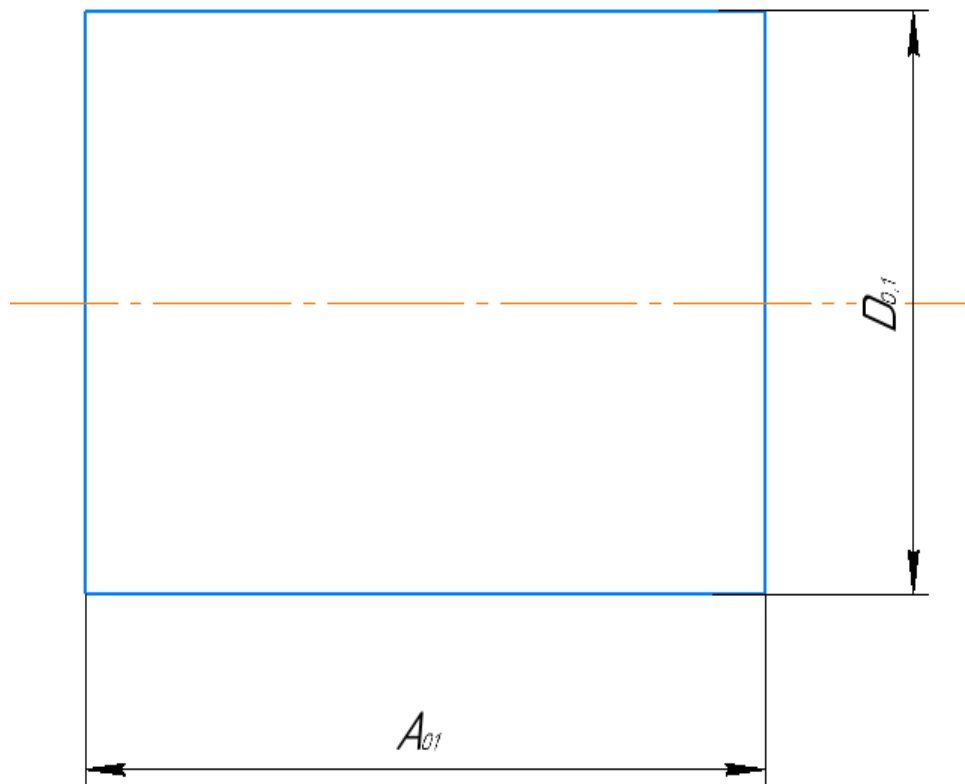


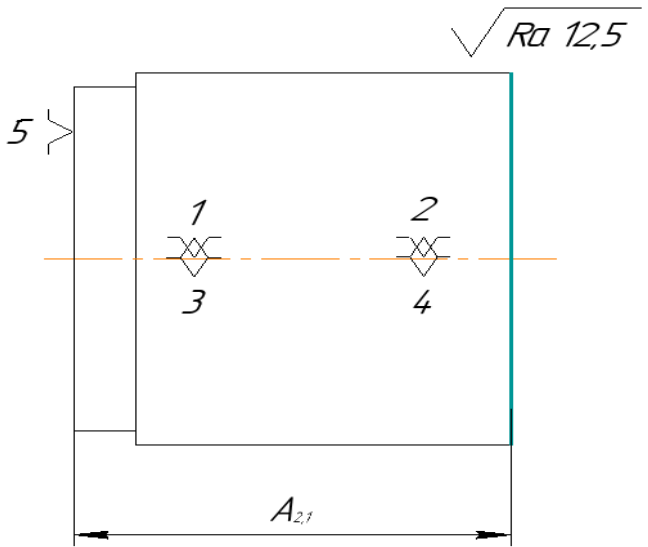
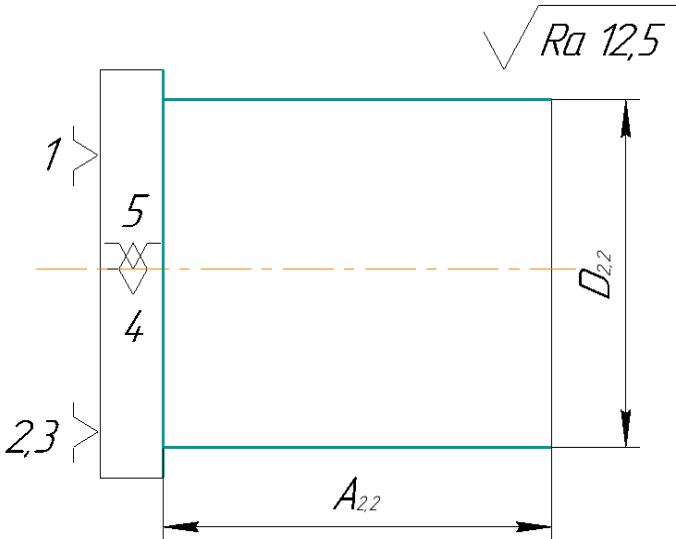
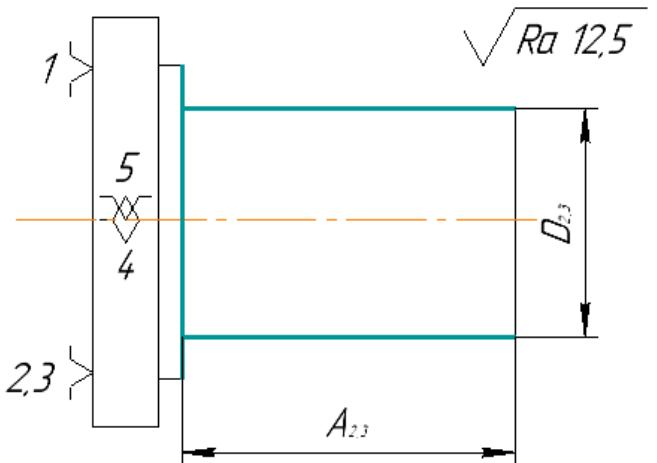
Рисунок 1.2 – Эскиз заготовки

1.6 Разработка технология изготовления вала

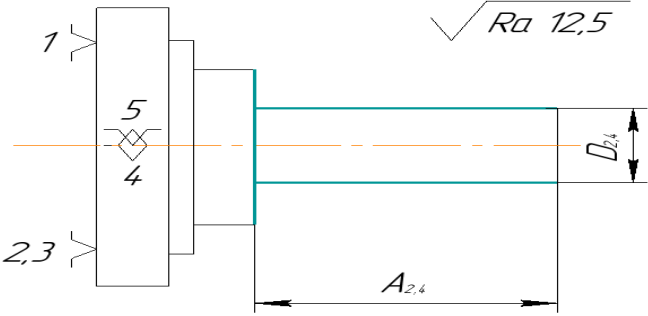
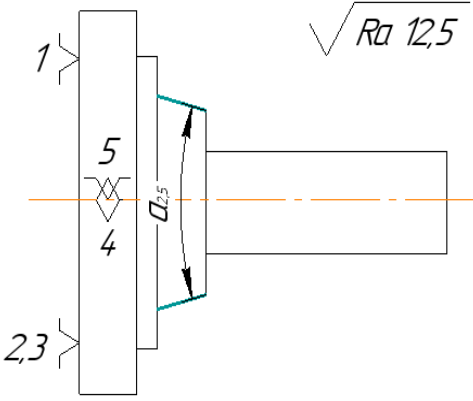
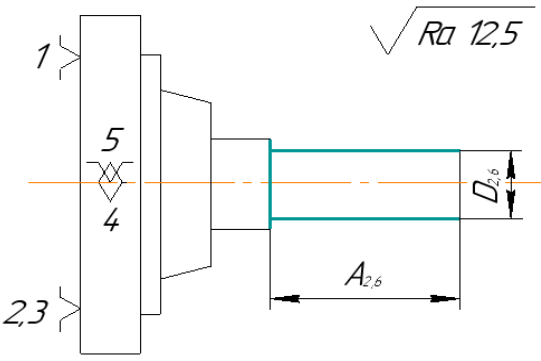
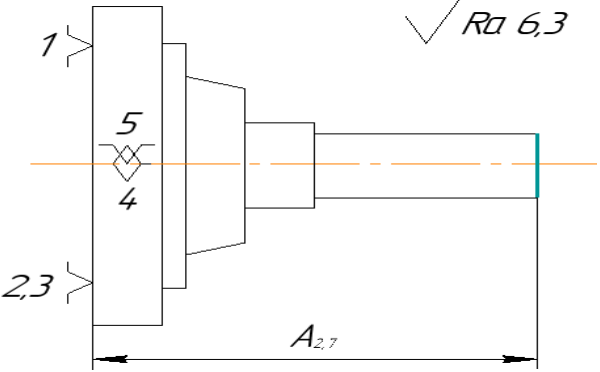
Таблица 1.2 – Маршрут технологии изготовления «Вал 1»

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операция	переход		
0	1	<p><u>Заготовительная</u></p> <p>Отрезать деталь, выдерживая размер A_{01}</p>	
1	A 1	<p><u>Токарная с ЧПУ</u></p> <p>Подрезать торец, выдерживая размер $A_{1.1}$</p>	
	2	<p>Точить, выдерживая размеры $A_{1.2}$ и $D_{1.2}$</p>	

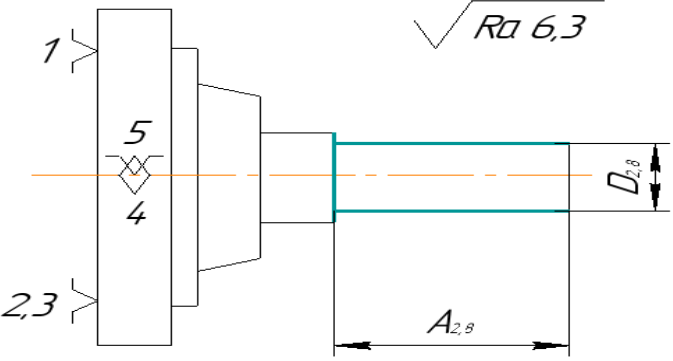
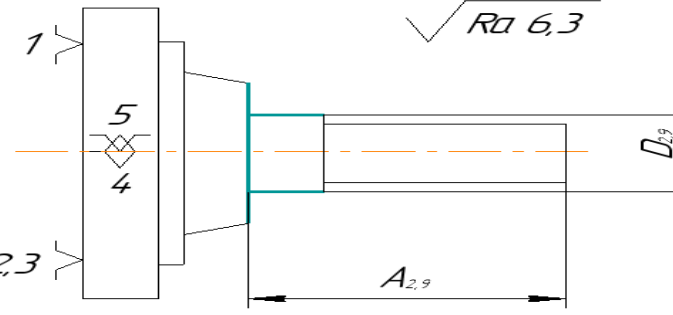
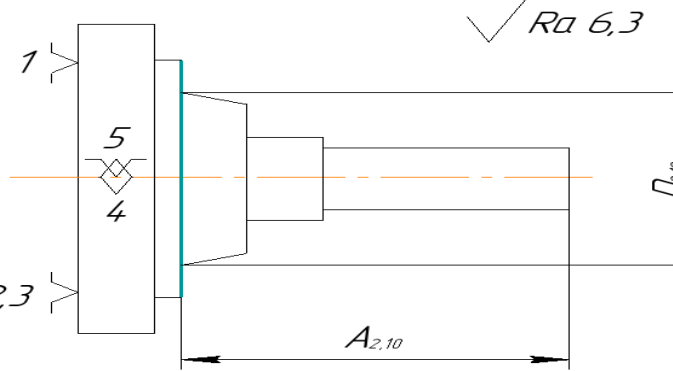
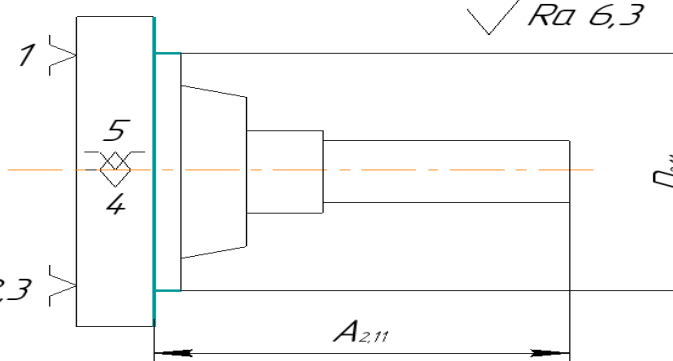
Продолжение таблицы 1.2

2	Б 1	<p><u>Токарная с ЧПУ</u></p> <p>Подрезать торец, выдерживая размер $A_{2.1}$</p>	
2	2	<p>Точить поверхность, выдерживая размеры $A_{2.2}$ и $D_{2.2}$</p>	
3	3	<p>Точить поверхность, выдерживая размеры $A_{2.3}$ и $D_{2.3}$</p>	

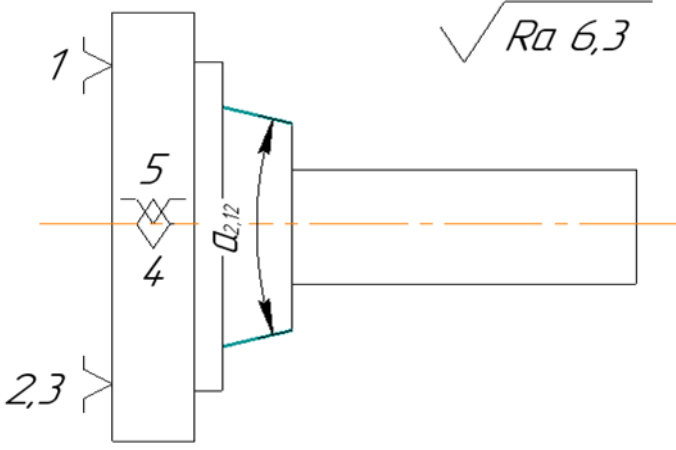
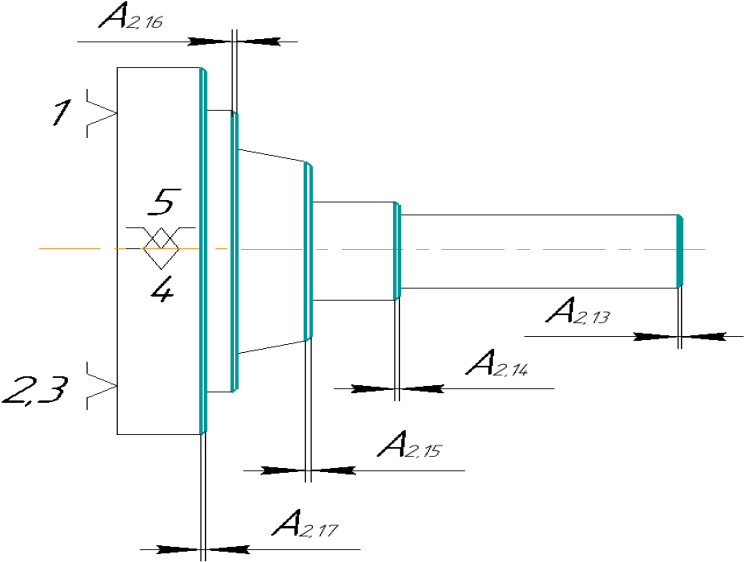
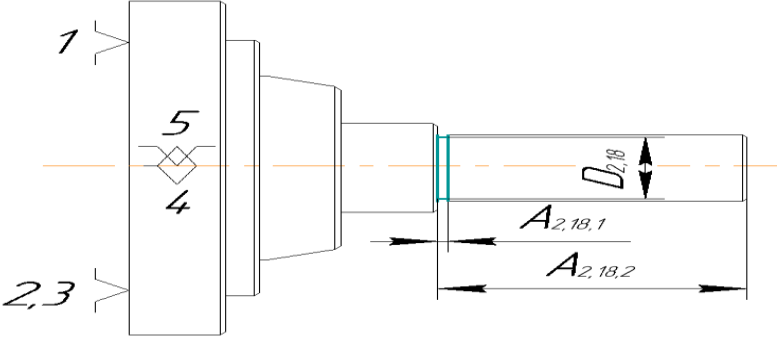
Продолжение таблицы 1.2

4	Точить поверхность, выдерживая размеры $A_{2,4}$ и $D_{2,4}$	
5	Точить коническую поверхность, выдерживая размеры $a_{2,5}$	
6	Точить поверхность, выдерживая размеры $A_{2,6}$ и $D_{2,6}$	
7	Подрезать торец, выдерживая размер $A_{2,7}$	

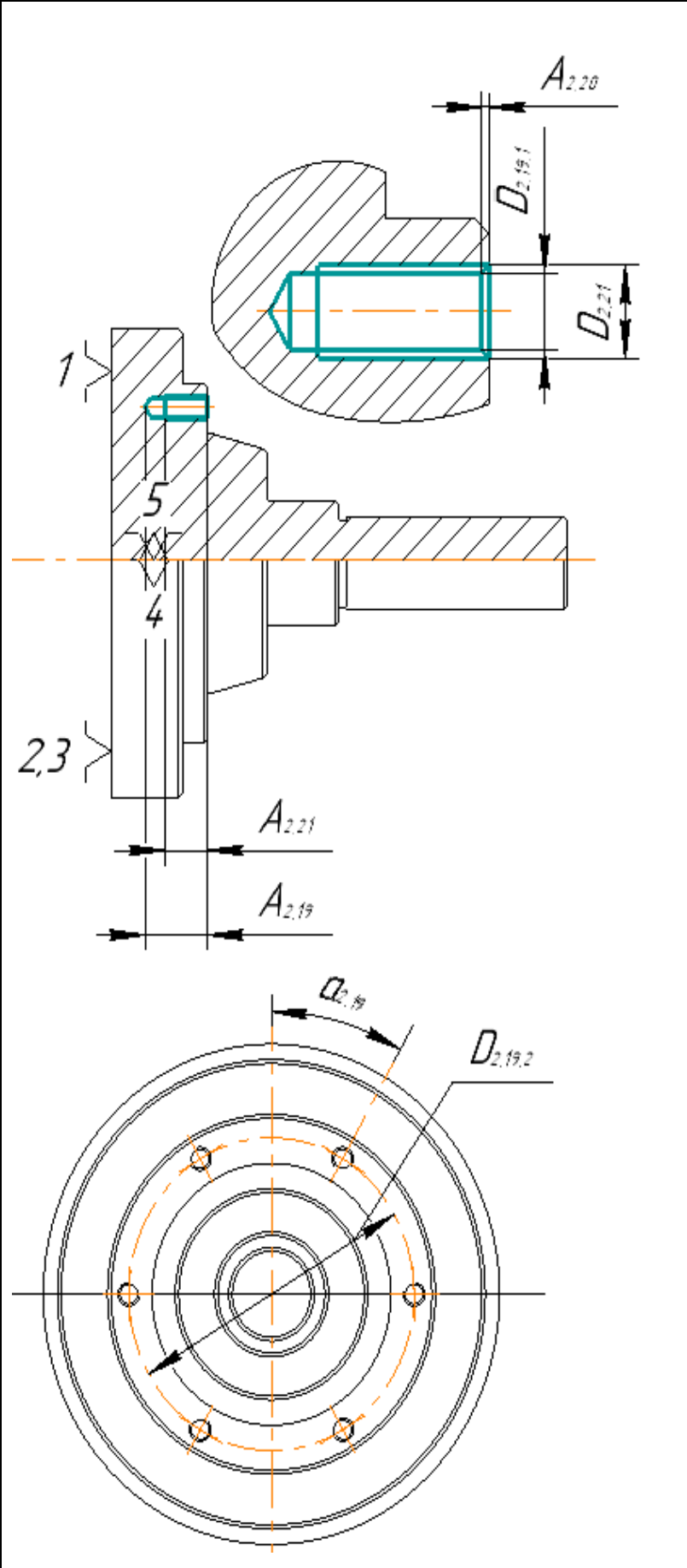
Продолжение таблицы 1.2

8	Точить поверхность, выдерживая размер $A_{2,8}$ и $D_{2,8}$	
9	Точить поверхность, выдерживая размеры $A_{2,9}$ и $D_{2,9}$	
10	Точить поверхность, выдерживая размеры $A_{2,10}$ и $D_{2,10}$	
11	Точить поверхность, выдерживая размеры $A_{2,11}$ и $D_{2,11}$	

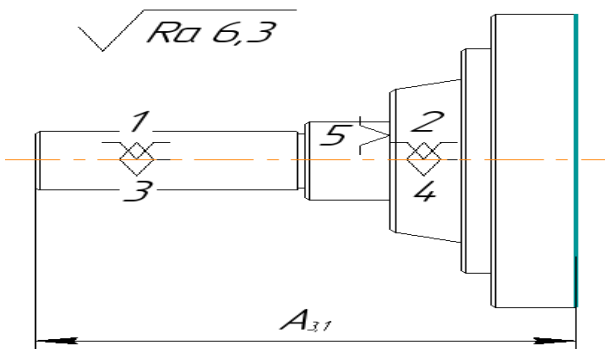
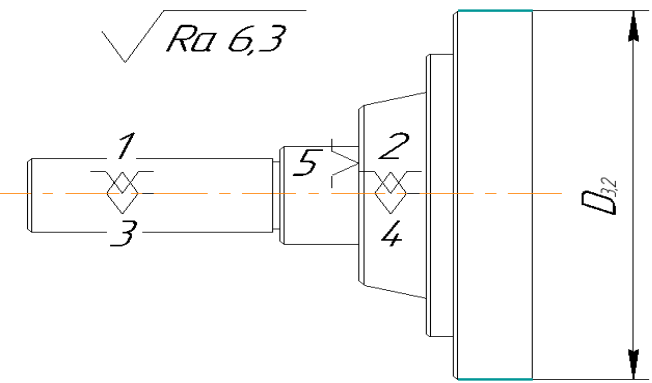
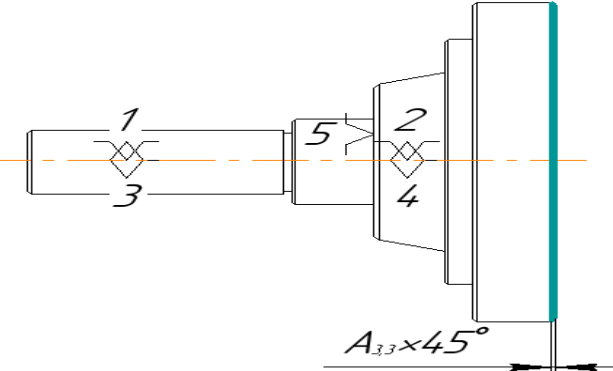
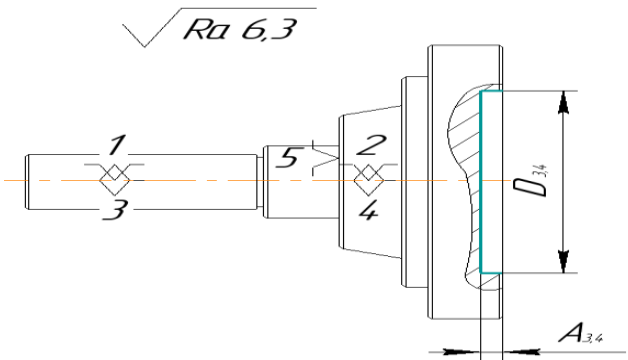
Продолжение таблицы 1.2

12	Точить коническую поверхность, выдерживая размеры a_{12}	
13	Точить фаску, выдерживая размер $A_{2,13} * 45^\circ$	
14	Точить фаску, выдерживая размер $A_{2,14} * 45^\circ$	
15	Точить фаску, выдерживая размер $A_{2,15} * 45^\circ$	
16	Точить фаску, выдерживая размер $A_{2,16} * 45^\circ$	
17	Точить фаску, выдерживая размер $A_{2,17} * 45^\circ$	
18	Точить канавку, выдержав размеры $A_{2,18,1}$, $A_{2,18,2}$, $D_{2,18}$	

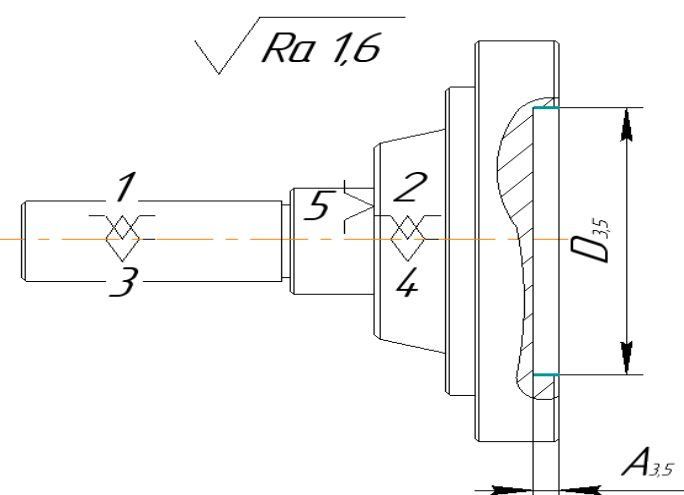
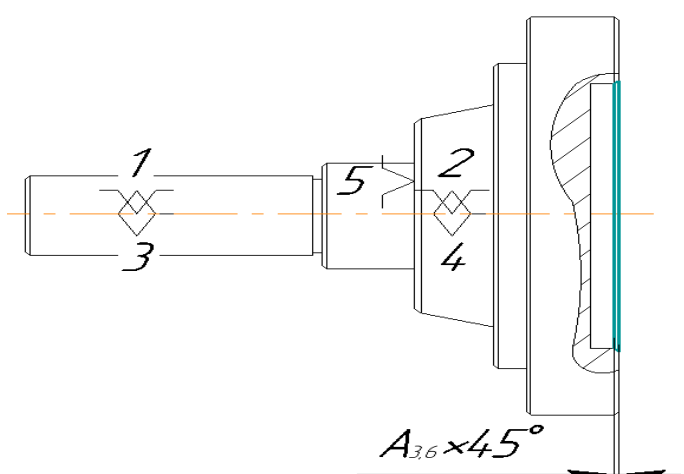
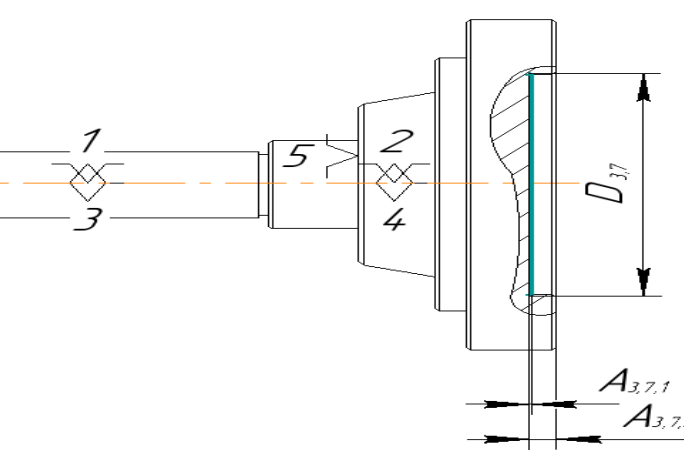
Продолжение таблицы 1.2

19	Сверлить 6 отверстий выдержав размеры $A_{2.19}$, $D_{2.19.1}, D_{2.19.2}, a_{2.19}$	
20	Зенковать 6 отверстий выдерживая размер $A_{2.20} * 45^\circ$	
21	Нарезать резьбу в 6 отверстиях, выдержать размеры $A_{2.21}, D_{2.21}$	

Продолжение таблицы 1.2

3	В 1	<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>Подрезать торец, выдерживая размеры $A_{3.1}$</p>	
3	2	<p>Точить поверхность, выдерживая размер $D_{3.2}$ на проход.</p>	
3	3	<p>Точить фаску, выдерживая размер $A_{3.3} * 45^\circ$</p>	
3	4	<p>Фрезеровать поверхность в размер $A_{3.4}, D_{3.4}$</p>	

Продолжение таблицы 1.2

5	<p>Расточить углубление выдержав размеры $A_{3.5}, D_{3.5}$</p>	
6	<p>Точить фаску, выдерживая размер $A_{3.6}$ $*45^\circ$</p>	
7	<p>Точить канавку, выдерживая размеры $A_{3.7.1}, A_{3.7.2}, D_{3.7}$</p>	

Продолжение таблицы 1.2

4	1	<u>Фрезерная с ЧПУ</u> Сверлить 8 отверстий выдерживая размеры $D_{4.1.1}, D_{4.1.2}, a_{4.1}$	
	2	Зенковать 8 фасок выдерживая размер $A_{4.2}$	
	3	Нарезать резьбу выдерживая размер $D_{4.3}$	
5	<u>Термическая</u>		

Продолжение таблицы 1.2

6		<u>Шлифовальная</u>	
	1	Шлифовать коническую поверхность, выдерживая размер $a_{6,1}$	
	2	Шлифовать цилиндрическую поверхность и торец выдерживая размеры $A_{6,2}, D_{6,2}$	
7		<u>Шлифовальная</u>	
	1	Шлифовать торец выдерживая размер $A_{7,1}$	
	2	Шлифовать цилиндрическую поверхность, выдерживая размер $D_{7,2}$ и $A_{7,2}$	

1.7 Расчет диаметальных технологических размеров

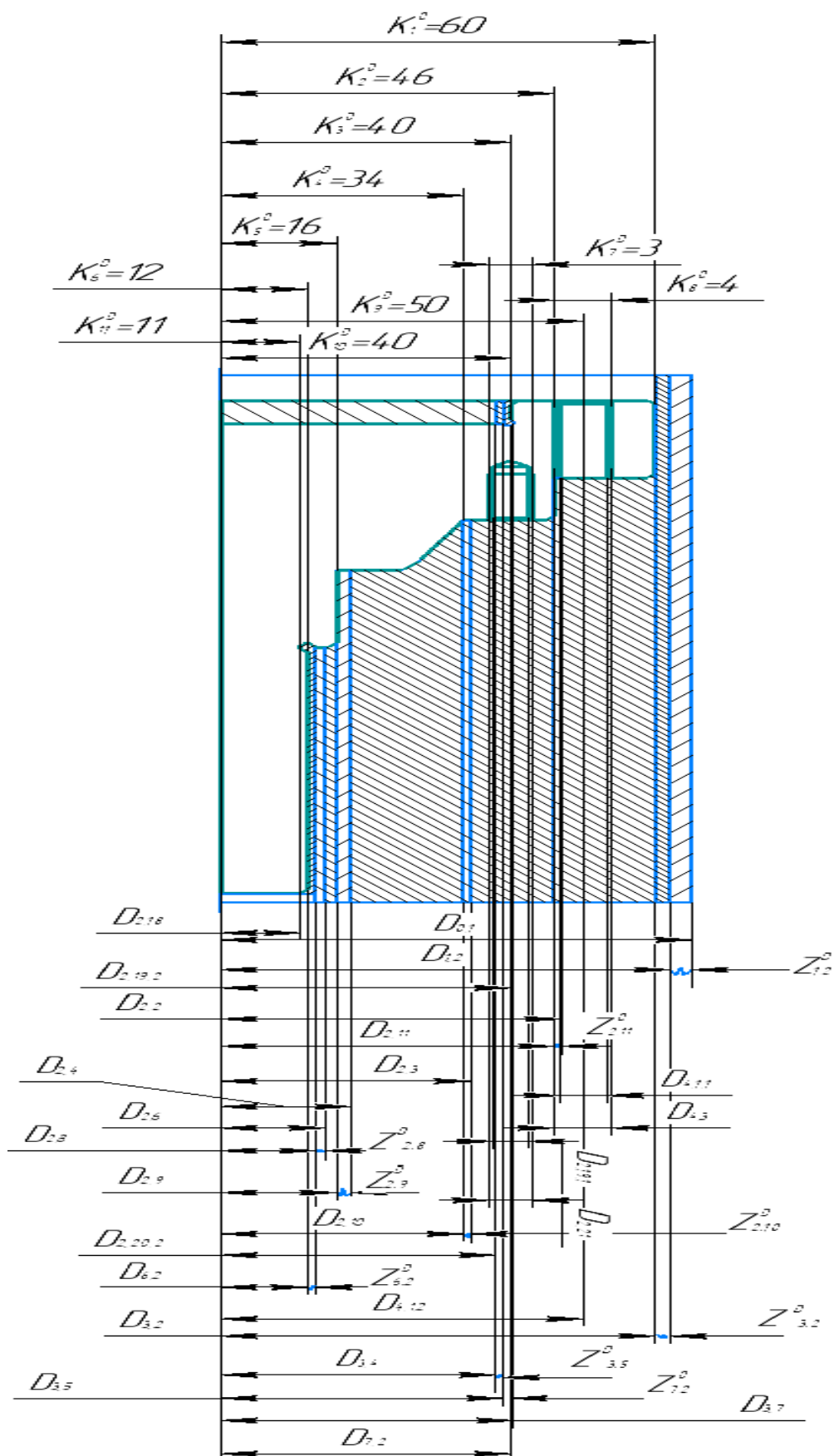


Рисунок 1.3 –Схема диаметальных технологических размеров

Допуски на конструкторские диаметральные размеры возьмем исходя из таблицы 2.1-2.4 [2, стр. 17] в которой приведены данные по точности, получаемой при использовании различных методов механической обработки.

$$TK^D_1=0,74\text{мм}$$

$$TK^D_2=0,62\text{мм}$$

$$TK^D_3=0,02\text{мм}$$

$$TK^D_4=0,2\text{мм}$$

$$TK^D_5=0,43\text{мм}$$

$$TK^D_6=0,02\text{мм}$$

$$TK^D_7=0,14\text{мм}$$

$$TK^D_8=0,18\text{мм}$$

$$TK^D_9=0,1\text{мм}$$

$$TK^D_{10}=0,1\text{мм}$$

$$TK^D_{11}=0,1\text{мм}$$

Допуски на технологические диаметральные размеры могут быть приняты равными статической погрешности. Примем допуски на диаметральные технологические размеры равными таблица 1.3:

Таблица 1.3 – Допуски на диаметральные технологические размеры

ТД _{0.1} =1,6мм	ТД _{2.19.1} =0,1мм
ТД _{1.2} =0,4мм	ТД _{2.19.2} =0,1 мм
ТД _{2.2} =0,2мм	ТД _{2.21} =0,025мм
ТД _{2.3} =0,2мм	ТД _{3.2} =0,12мм
ТД _{2.4} =0,13мм	ТД _{3.4} =0,16мм
ТД _{2.6} =0,13мм	ТД _{3.5} =0,1мм
ТД _{2.8} =0,084мм	ТД _{3.7} =0,1мм
ТД _{2.9} =0,084мм	ТД _{4.1.1} =0,1мм
ТД _{2.10} =0,1мм	ТД _{4.1.2} =0,1мм
ТД _{2.11} =0,12мм	ТД _{4.3} =0,03мм
ТД _{2.18} =0,1мм	ТД _{6.2} =0,01мм
ТД _{7.2} =0,01мм	

Все диаметральные размеры выдерживаются непосредственно таблица 1.4:

Таблица 1.4 - Диаметральные размеры выдерживаются непосредственно

$K_1^D = D_{3.2} = 60_{-0,74}$	$K_6^D = D_{6.2} = 12^{+0,02}$
$K_2^D = D_{2.11} = 46_{-0,62}$	$K_7^D = D_{2.21} = 3^{+0,14}$
$K_3^D = D_{7.2} = 40^{+0,02}$	$K_8^D = D_{4.3} = 4^{+0,18}$
$K_4^D = D_{2.10} = 34_{-0,2}$	$K_9^D = D_{4.1.2} = 50^{+0,1}$
$K_5^D = D_{2.9} = 16_{-0,43}$	$K_{10}^D = D_{2.19.2} = 40^{+0,1}$
$K_{11}^D = D_{2.18} = 11_{-0,1}$	

Проверим обеспечения точности размеров:

$$TK_1^D \geq TД_{3,2}; 0,74 > 0,12 \text{ размер } K_1 \text{ выдерживается}$$

$$TK_2^D \geq TД_{2,11}; 0,62 > 0,12 \text{ размер } K_2 \text{ выдерживается}$$

$$TK_3^D \geq TД_{7,2}; 0,02 > 0,01 \text{ размер } K_3 \text{ выдерживается}$$

$$TK_4^D \geq TД_{2,10}; 0,2 > 0,12 \text{ размер } K_4 \text{ выдерживается}$$

$$TK_5^D \geq TД_{2,9}; 0,43 > 0,084 \text{ размер } K_5 \text{ выдерживается}$$

$$TK_6^D \geq TД_{6,2}; 0,02 > 0,01 \text{ размер } K_6 \text{ выдерживается}$$

$$TK_7^D \geq TД_{2,21}; 0,14 > 0,025 \text{ размер } K_7 \text{ выдерживается}$$

$$TK_8^D \geq TД_{4,3}; 0,18 > 0,03 \text{ размер } K_8 \text{ выдерживается}$$

$$TK_9^D \geq TД_{4.1.2}; 0,1 = 0,1 \text{ размер } K_9 \text{ выдерживается}$$

$$TK_{10}^D \geq TД_{2.19.2}; 0,1 = 0,1 \text{ размер } K_{10} \text{ выдерживается}$$

$$TK_{11}^D \geq TД_{2.18}; 0,1 = 0,1 \text{ размер } K_{11} \text{ выдерживается}$$

Для определения минимального припуска расчетно-аналитическим методом на диаметр при обработке поверхностей вращения используем формулу [1, с.62]:

$$z_{i\min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) \quad (1.5)$$

где: Rz_{i-1} - шероховатость поверхности, полученная на предшествующем переходе обработки поверхности, мкм;

h_{i-1} - толщина слоя дефектного, получившаяся на предыдущем переходе, мкм;

ρ_{i-1} - суммарное пространственное отклонение обрабатываемого слоя, мкм [3, с.279];

ε_{yi}^2 - погрешность установки, мкм.

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\phi i-1}^2 + \rho_{pi-1}^2}, \quad (1.6)$$

где: $\rho_{\phi i-1}$ - погрешность формы обрабатываемой поверхности на предшествующей операции

ρ_{pi-1} - погрешность расположения обрабатываемой поверхности сравнительно технологических баз, связанная с обработкой на предыдущем переходе

Наименьшее значение припусков:

$$z_{1.2}^D = 2 * (160 + 120 + \sqrt{123^2 + 471^2}) = 1572 \text{ мкм}$$

$$z_{2.10}^D = 2 * (120 + 100 + \sqrt{28^2 + 75^2}) = 600 \text{ мкм}$$

$$z_{2.9}^D = 2 * (120 + 100 + \sqrt{28^2 + 75^2}) = 600 \text{ мкм}$$

$$z_{2.8}^D = 2 * (63 + 60 + \sqrt{28^2 + 75^2}) = 406 \text{ мкм}$$

$$z_{3.2}^D = 2 * (63 + 60 + \sqrt{28^2 + 75^2}) = 406 \text{ мкм}$$

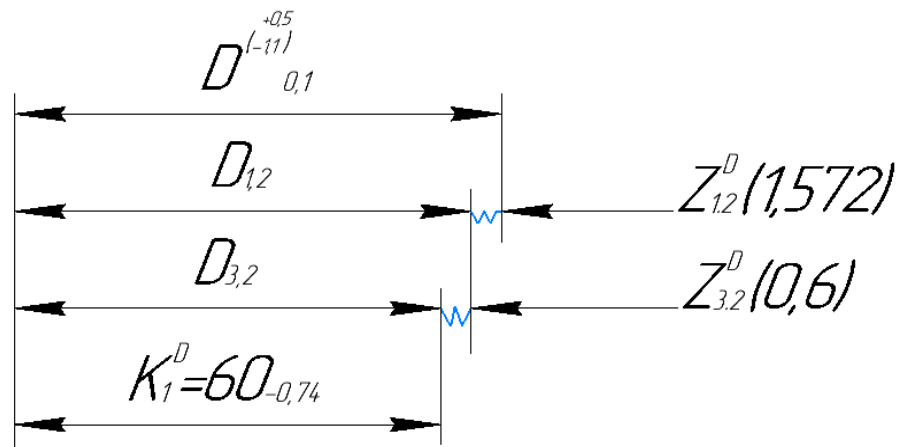
$$z_{3.5}^D = 2 * (120 + 100 + \sqrt{28^2 + 75^2}) = 600 \text{ мкм}$$

$$z_{3.7}^D = 2 * (63 + 60 + \sqrt{28^2 + 75^2}) = 406 \text{ мкм}$$

$$z_{6.2}^D = 2 * (20 + 30 + \sqrt{28^2 + 30^2}) = 180 \text{ мкм}$$

$$z_{7.2}^D = 2 * (20 + 30 + \sqrt{28^2 + 30^2}) = 180 \text{ мкм}$$

$$z_{2.11}^D = 2 * (120 + 100 + \sqrt{28^2 + 75^2}) = 600 \text{ мкм}$$



Решение выполним методом максимума-минимума с использованием способа средних значений [3, с.282]:

$$D_{3.2}^c = 60 + \frac{0 - 0,12}{2} = 59,94 \text{ мм}$$

Звено $D_{3.2}$ запишем в виде $D_{3.2} = 59,94 \pm 0,07$

Найдем среднее значения припуска $Z_{D_{3.2}}$:

$$Z_{D_{3.2}}^c = 0,6 + \frac{0,12 + 0,4}{2} = 0,86 \text{ мм}$$

Среднее значение звена:

$$D_{1.2\text{cp}} = 59,94 + 0,86 = 60,8 \text{ мм}$$

Звено $D_{1.2}$ запишем в виде $D_{1.2} = 60,8 \pm 0,2$

$$Z_{D_{1.2}}^c = 1,572 + \frac{0,4 + 1,6}{2} = 2,572 \text{ мм}$$

Среднее значение звена:

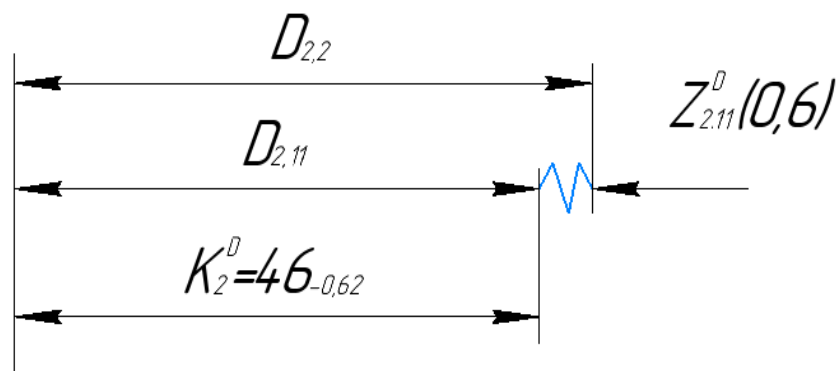
$$D_{0.1} = 60,8 + 2,572 = 63,372 \text{ мм}$$

Звено $D_{0.1}$ запишем в виде $D_{0.1} = 63,372^{+0,5}_{-1,1}$

Выберем прокат диаметром $D_{0\phi} = 65^{+0,5}_{-1,1}$ мм.

Значение фактическое припуска $Z_{1.2}$, будет

$$Z_{D_{1.2}} = 65^{+0,5}_{-1,1} - 60,8^{+0,2}_{-0,2} = 4,2^{+0,7}_{-1,3} \text{ мм}$$



$$D_{2.11}^c = 46 + \frac{0 - 0,12}{2} = 45,94 \text{ мм}$$

Звено $D_{2.11}$ запишем в виде $D_{2.11} = 45,94 \pm 0,06$

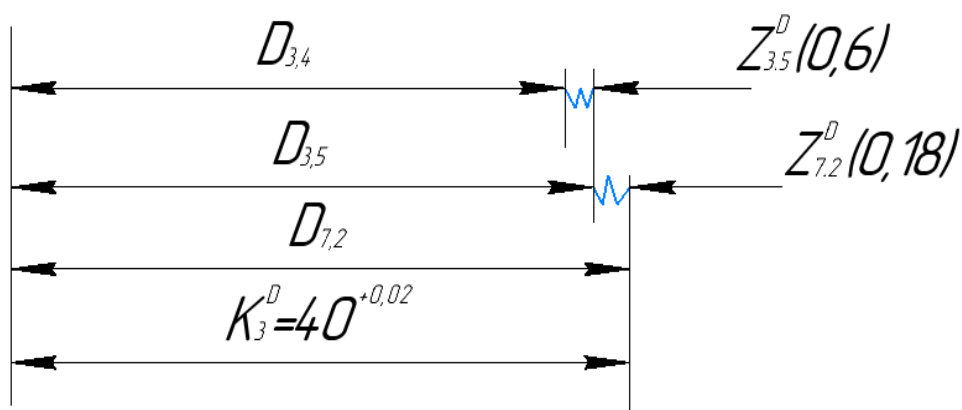
Найдем среднее значения припуска $Z_{D2.11}$:

$$Z_{D2.11}^c = 0,6 + \frac{0,12 + 0,2}{2} = 0,76 \text{ мм}$$

Среднее значение звена

$$D_{2.2\text{cp}} = 45,94 + 0,76 = 46,7 \text{ мм}$$

$$D_{2.2} = 46,7 \pm 0,1 \text{ мм.}$$



$$D_{7.2}^c = 40 + \frac{0 - 0,01}{2} = 40,005 \text{ мм}$$

Звено $D_{7.2}$ запишем в виде $D_{7.2} = 40,005 \pm 0,005$

Найдем среднее значения припуска $Z_{D7.2}$:

$$Z_{D7.2}^c = 0,18 + \frac{0,01 + 0,1}{2} = 0,235 \text{ мм}$$

Среднее значение звена:

$$D_{3,5}=40,005-0,235=39,77\text{мм}$$

$$D_{3,5}=39,77\pm0,05 \text{ мм.}$$

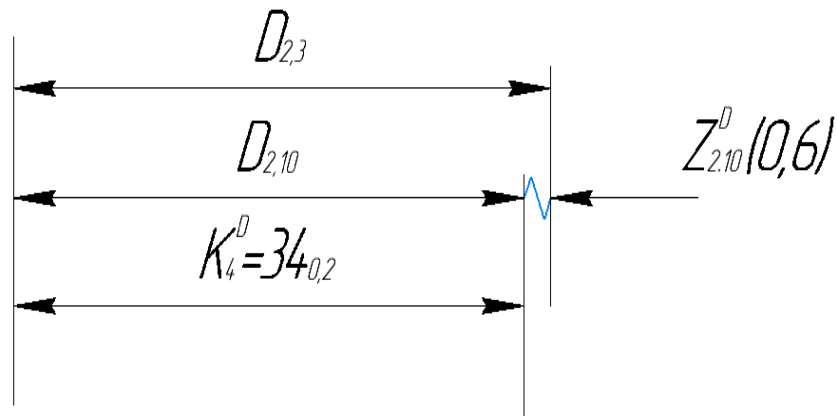
Найдем среднее значения припуска $Z_{D3,5}$:

$$Z_{D3,5}^c = 0,6 + \frac{0,1+0,16}{2} = 0,73\text{мм}$$

Среднее значение звена:

$$D_{3,4}=39,77 - 0,73=39,04\text{мм}$$

$$D_{3,4}=39,456\pm0,08 \text{ мм.}$$



$$D_{2,10}^c = 34 + \frac{0-0,1}{2} = 33,95\text{мм}$$

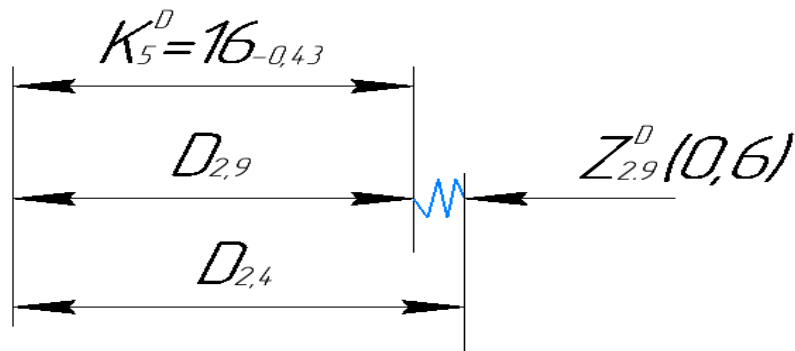
Звено $D_{2,10}$ запишем в виде $D_{2,10}=33,95\pm0,05\text{мм.}$

Найдем среднее значения припуска $Z_{D2,10}$:

$$Z_{D2,10}^c = 0,6 + \frac{0,1+0,2}{2} = 0,75\text{мм}$$

Среднее значение звена:

$$D_{2,3}=33,95 + 0,75 = 34,7\text{мм} \quad D_{2,3}=34,7 \pm 0,1 \text{ мм.}$$



$$D_{2,9}^c = 16 + \frac{0-0,084}{2} = 15,958\text{мм}$$

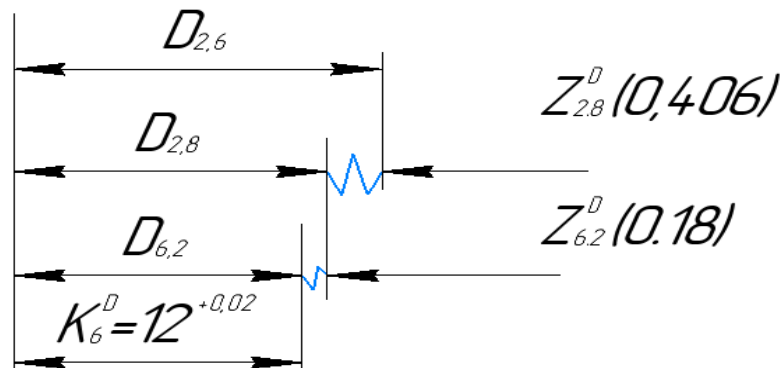
Звено $D_{2,9}$ запишем в виде $D_{2,9}=15,958\pm0,042$ мм

Найдем среднее значения припуска $Z_{D_{2,9}}$:

$$Z_{D_{2,9}}^c = 0,6 + \frac{0,084 + 0,13}{2} = 0,707 \text{ мм};$$

Среднее значение звена:

$$D_{2,4}=15,958 + 0,6=16,558 \text{ мм} \quad D_{2,4} = 16,558 \pm 0,065 \text{ мм}.$$



$$D_{6,2}^c = 12 + \frac{0 + 0,01}{2} = 12,005 \text{ мм}$$

Звено $D_{6,2}$ запишем в виде $D_{6,2}=12,005\pm0,005$ мм

Найдем среднее значения припуска $Z_{D_{6,2}}$:

$$Z_{D_{6,2}}^c = 0,18 + \frac{0,01 + 0,084}{2} = 0,227 \text{ мм}$$

Среднее значение звена:

$$D_{2,8}=12,005 + 0,227 = 12,232 \text{ мм} \quad D_{2,8}=12,232 \pm 0,042 \text{ мм}.$$

Найдем среднее значения припуска $Z_{D_{2,8}}$:

$$Z_{D_{2,8}}^c = 0,406 + \frac{0,084 + 0,13}{2} = 0,513 \text{ мм}$$

Среднее значение звена:

$$D_{2,6}=12,232 + 0,513 = 12,745 \text{ мм}$$

$$D_{2,6}=12,745 \pm 0,065 \text{ мм}.$$

Отверстия под резьбу М3 сверло $\emptyset D_{2,19,1}=2,5^{+0,5}$, метчик $\emptyset D_{2,21}=3_{-0,025}$.

Отверстие под резьбу М4 сверло $\emptyset D_{4,1,1}=3,3^{+0,12}$, метчик $\emptyset D_{4,3}=4_{-0,03}$.

1.8 Расчет осевых технологических размеров

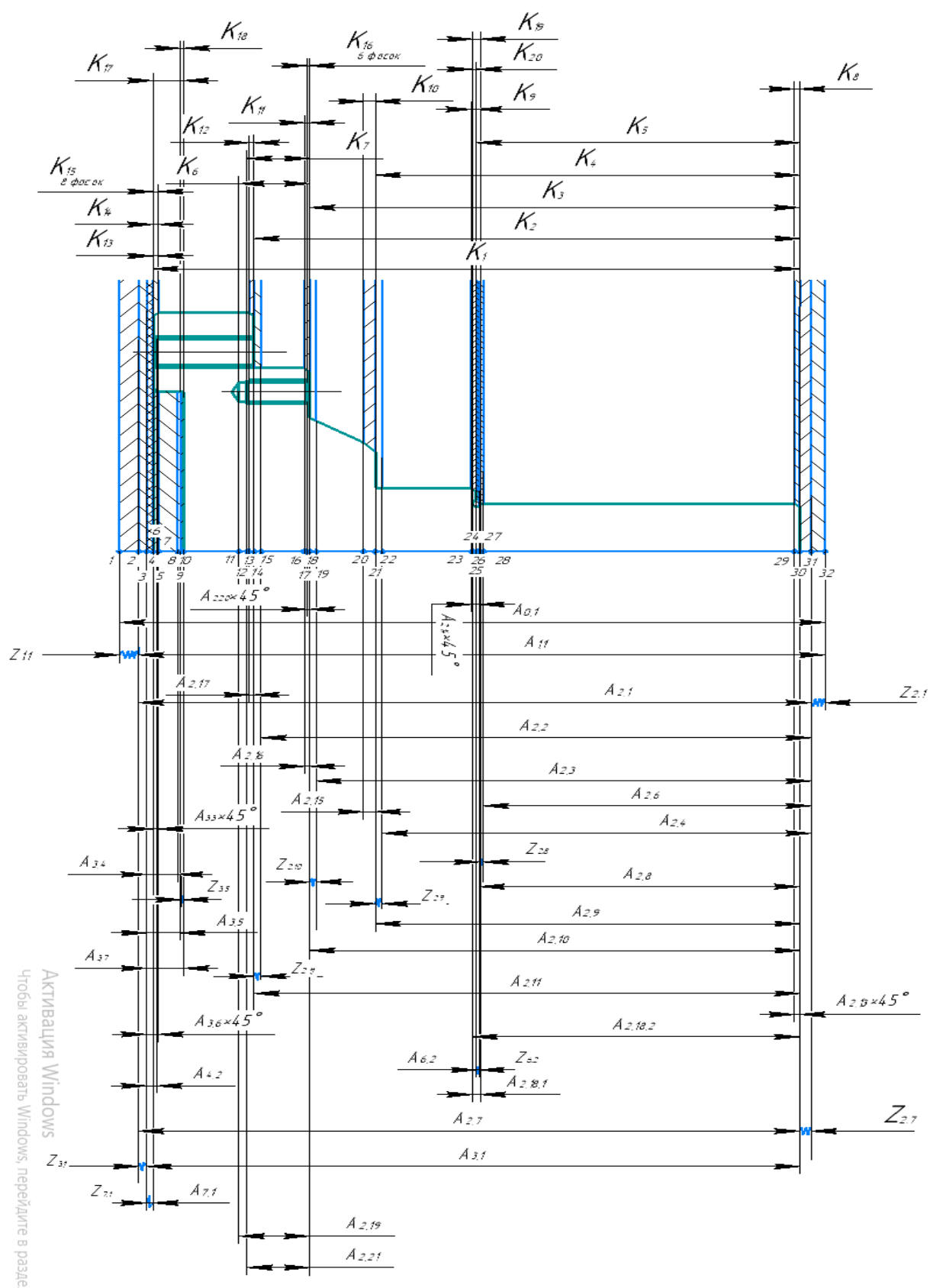


Рисунок 1.4 Схема осевых технологических размеров

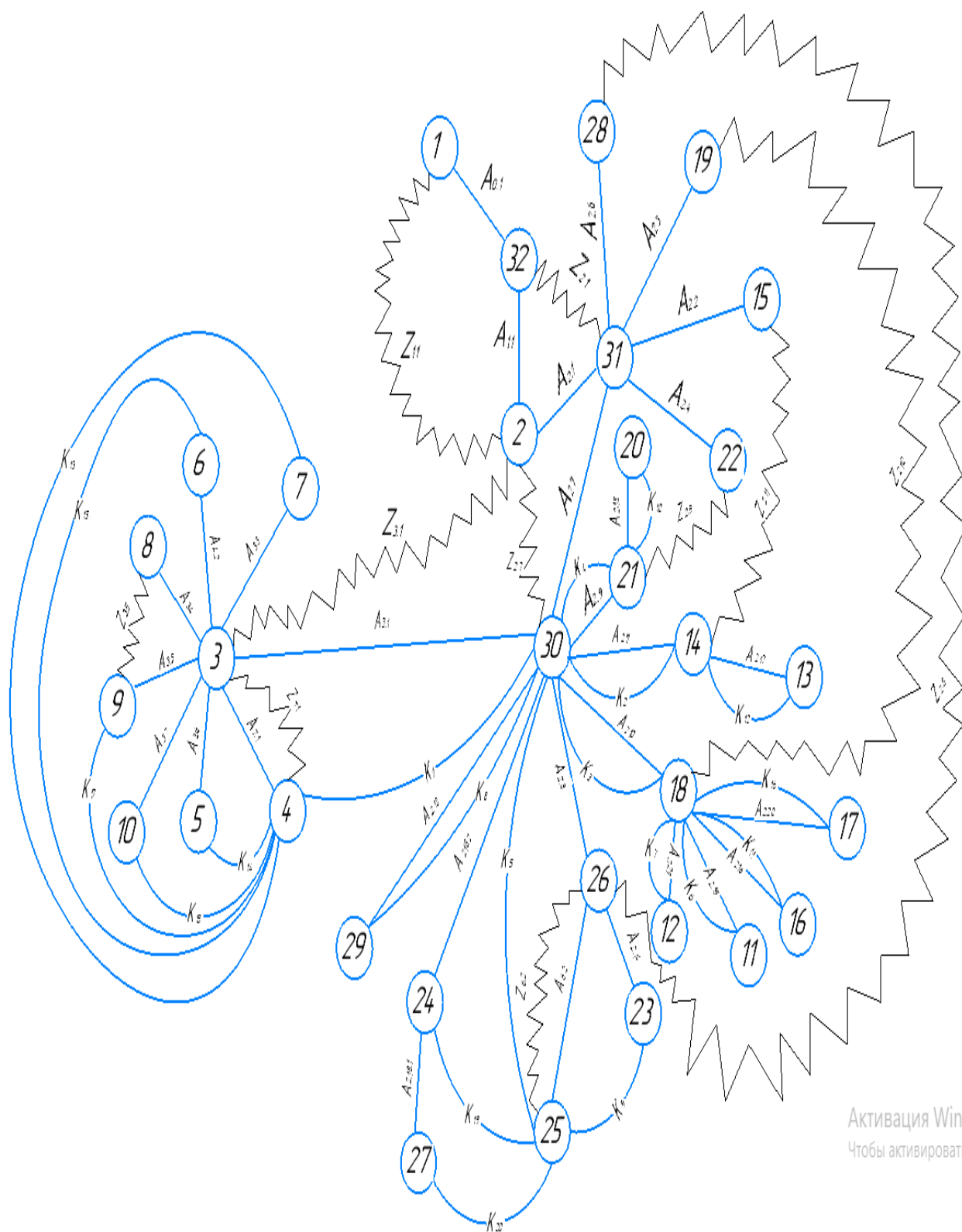


Рисунок 1.5 Граф технологических размерных цепей

Допуски на конструкторские осевые размеры возьмем исходя из таблицы 2.1-2.4 [2, с. 17] в которой приведены данные по точности, получаемой при использовании различных методов механической обработки.

Таблица 1.5 - Конструкторские допуски на осевые размеры вала

TK ₁ =0,74	TK ₆ =0,36	TK ₁₁ =0,25	TK ₁₆ =0,25
TK ₂ =0,74	TK ₇ =0,36	TK ₁₂ =0,25	TK ₁₇ =0,25
TK ₃ =0,74	TK ₈ =0,25	TK ₁₃ =0,25	TK ₁₈ =0,25
TK ₄ =0,62	TK ₉ =0,25	TK ₁₄ =0,25	TK ₁₉ =0,25
TK ₅ =0,62	TK ₁₀ =0,25	TK ₁₅ =0,25	TK ₂₀ =0,2

Назначая допуски на технологические осевые размеры, будем пользоваться формулой (1.6) [3, с. 272]:

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i \quad (1.6)$$

где : ω_{ci} - статическая погрешность размера

ρ_{i-1} - пространственное отклонение

ε_i - погрешность установки

Примем допуски на осевые технологические размеры равными таблице 1.6:

Таблица 1.6 – Допуски на осевые технологические размеры

TA _{0.1} =2	TA _{2.7} =0,2	TA _{2.15} =0,12	TA _{2.19} =0,1	TA _{6.2} =0,01
TA _{1.1} =1,25	TA _{2.8} =0,12	TA _{2.16} =0,12	TA _{3.1} =0,12	TA _{7.1} =0,01
TA _{2.1} =0,34	TA _{2.9} =0,12	TA _{2.17} =0,12	TA _{3.3} =0,12	TA _{7.2} =0,01
TA _{2.2} =0,2	TA _{2.10} =0,12	TA _{2.18.1} =0,12	TA _{3.4} =0,12	
TA _{2.3} =0,2	TA _{2.11} =0,12	TA _{2.18.2} =0,12	TA _{3.5} =0,05	
TA _{2.4} =0,2	TA _{2.13} =0,12	TA _{2.20} =0,12	TA _{3.6} =0,12	
TA _{2.6} =0,2	TA _{2.14} =0,12	TA _{2.21} =0,12	TA _{4.2} =0,1	

Конструкторские осевые размеры выдерживаемые непосредственно:

$$TK_2=0,74>0,12=A_{2,11}$$

$$TK_3=0,74>0,12=A_{2,10}$$

$$TK_4=0,62>0,12=A_{2,9}$$

$$TK_6=0,25 >0,1=A_{2,19}$$

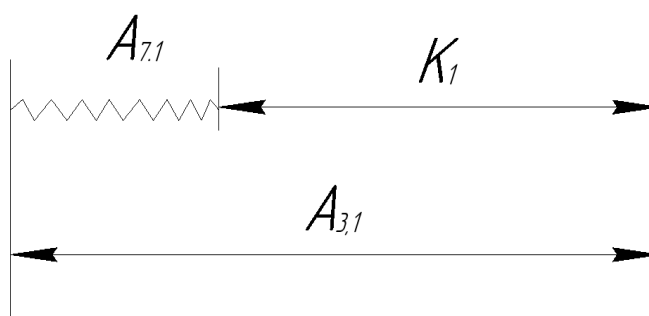
$$TK_7=0,25 >0,12=A_{2,21}$$

$$TK_{11}=0,25 >0,12=A_{2,16}$$

$$TK_{16}=0,25 >0,1=A_{2,20}$$

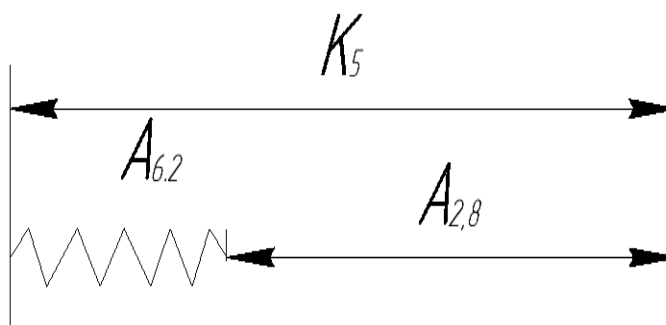
Проанализируем технологические цепи, замыкающими звеньями которые являются непосредственно не выдерживаемые конструкторские размеры, и проверим возможность их обеспечения с требуемой точностью.

Размерная цепь №1



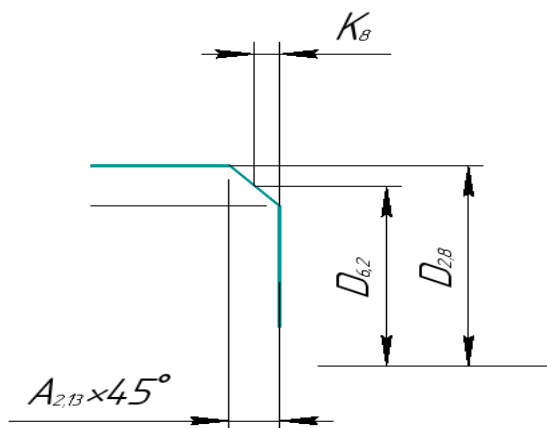
$$TK_1=0,74>0,13=0,12+0,01$$

Размерная цепь №2



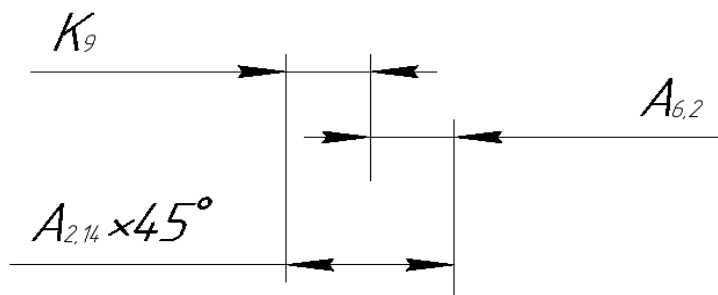
$$TK_5=0,62>0,13=0,12+0,01$$

Размерная цепь №3



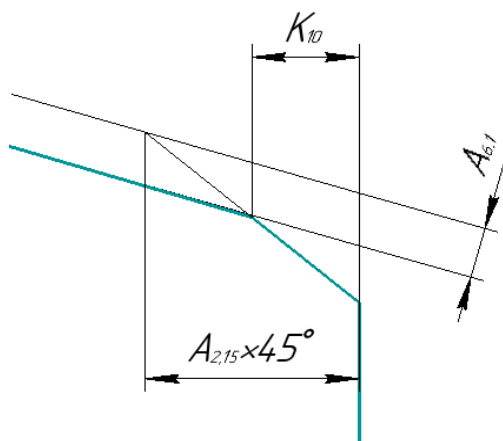
$$TK_8 = 0,25 > 0,126 = \sqrt{0,12^2 + \left(\frac{0,84}{2}\right)^2 + \left(\frac{0,01}{2}\right)^2}$$

Размерная цепь №4



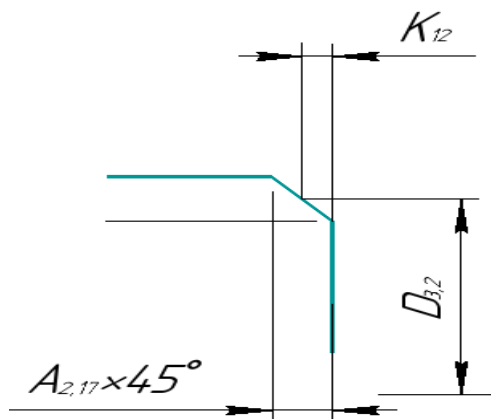
$$TK_9 = 0,25 > 0,13 = 0,12 + 0,01$$

Размерная цепь №5



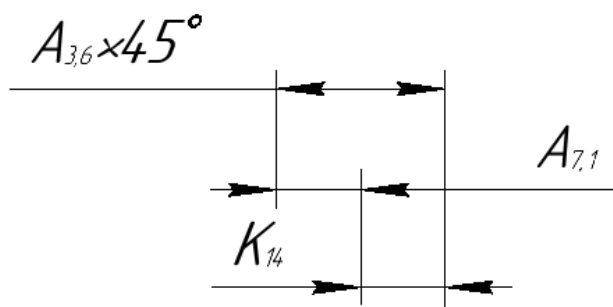
$$TK_{10} = 0,25 > 0,134 = 0,12 + 0,014$$

Размерная цепь №6



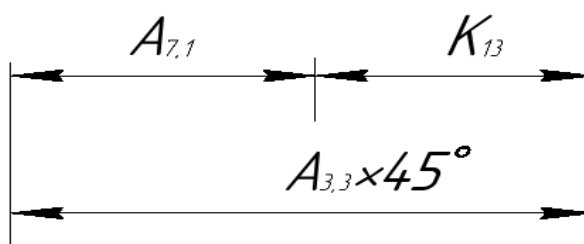
$$TK_{12}=0,25>0,134=\sqrt{0,12^2 + \left(\frac{0,84}{2}\right)^2}$$

Размерная цепь №7



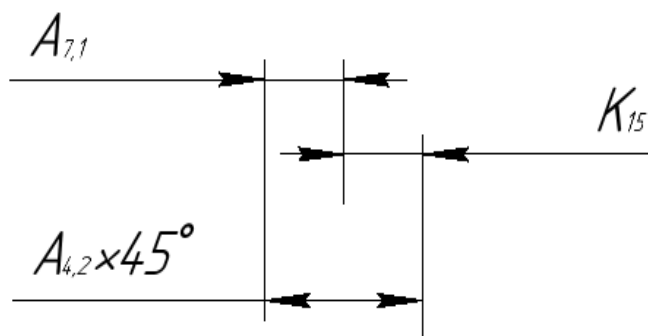
$$TK_{14}=0,25>0,13=0,12+0,01$$

Размерная цепь №8



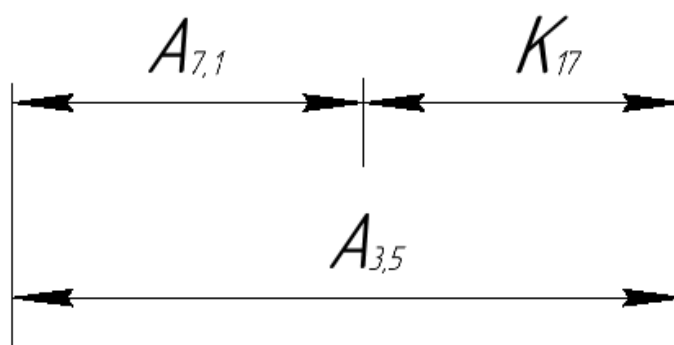
$$TK_{13}=0,25>0,13=0,12+0,01$$

Размерная цепь №9



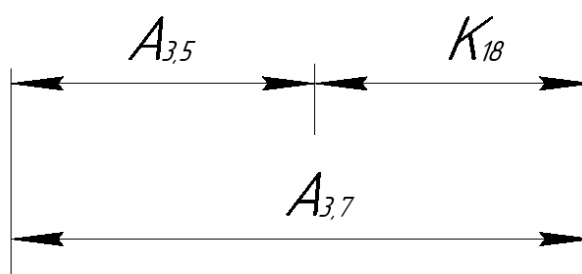
$$TK_{15}=0,25>0,11=0,1+0,01$$

Размерная цепь №10



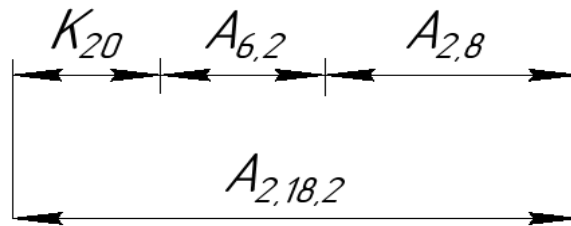
$$TK_{17}=0,25>0,06=0,05+0,01$$

Размерная цепь №11



$$TK_{18}=0,25>0,17=0,12+0,05$$

Размерная цепь №12



$$TK_{20}=0,2>0,17=\sqrt{0,12^2 + 0,12^2 + 0,01^2}$$

Расчитаем припуски на обработку плоскостей, пользуясь формулой (1,7) [3, с. 280]:

$$z_{i\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad (1,7)$$

$$z_{1,1} = 0,15 + 0,1 + 1 = 1,25 \text{ мм}$$

$$z_{2,1} = 0,12 + 0,1 + 0,5 = 0,72 \text{ мм}$$

$$z_{3,1} = 0,12 + 0,1 + 0,23 = 0,45 \text{ мм}$$

$$z_{2,8} = 0,1 + 0,1 + 0,05 = 0,25 \text{ мм}$$

$$z_{2,9} = 0,1 + 0,1 + 0,05 = 0,25 \text{ мм}$$

$$z_{2,10} = 0,1 + 0,1 + 0,05 = 0,25 \text{ мм}$$

$$z_{2,11} = 0,1 + 0,1 + 0,05 = 0,25 \text{ мм}$$

$$z_{3,5} = 0,08 + 0,09 + 0,05 = 0,22 \text{ мм}$$

$$z_{6,2} = 0,05 + 0,1 = 0,15 \text{ мм}$$

$$z_{7,1} = 0,05 + 0,1 = 0,15 \text{ мм}$$

Расчет осевых технологических размеров

$$A_{2,10}=K_3=50,5\pm0,06 \text{ мм}$$

$$A_{2,11}=K_2=54\pm0,06 \text{ мм}$$

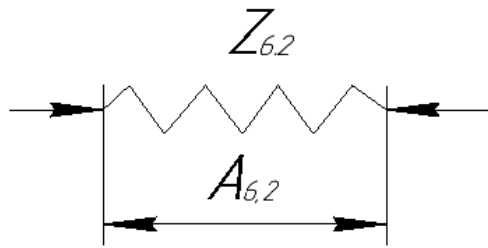
$$A_{2,9}=K_4=42\pm0,06 \text{ мм}$$

$$A_{2,20}=K_{16}=0,5\pm0,05 \text{ мм}$$

$$A_{2,16}=K_{11}=0,5\pm0,06 \text{ мм}$$

$$A_{2.19}=K_6=7\pm0,06\text{MM}$$

$$A_{2.21}=K_7=6\pm0,06\text{MM}$$

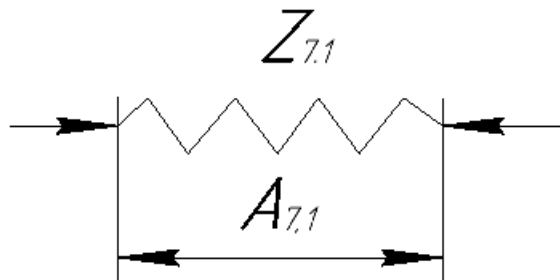


$$A_{6.2\min}=Z_{6.2\min}=0,15\text{MM}$$

$$A_{6.2\max}=Z_{6.2\min}+TA_{6.2}=0,15+0,01=0,16\text{MM}$$

$$A_{6.2\text{cp}}=(A_{6.2\min}+A_{6.2\max})/2=(0,15+0,16)/2=0,155\text{MM}$$

$$A_{6.2}=0,155\pm0,005\text{MM}$$

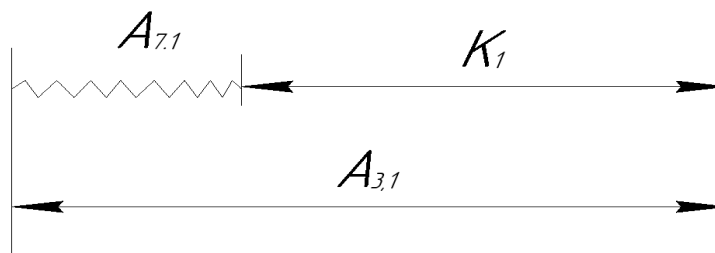


$$A_{7.1\min}=Z_{7.1\min}=0,15\text{MM}$$

$$A_{7.1\max}=Z_{7.1\min}+TA_{7.1}=0,15+0,01=0,16\text{MM}$$

$$A_{7.1\text{cp}}=(A_{7.1\min}+A_{7.1\max})/2=(0,15+0,16)/2=0,155\text{MM}$$

$$A_{7.1}=0,155\pm0,005\text{MM}$$

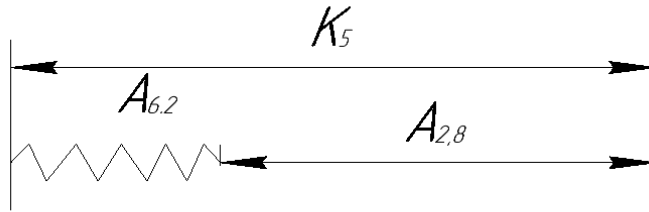


$$K_1=64\pm0,37$$

$$K_{1\text{cp}}=64$$

$$A_{3.1\text{cp}}=K_{1\text{cp}}+A_{7.1\text{cp}}=64+0,155=64,155\text{MM}$$

$$A_{3.1}=64,155\pm0,06\text{MM}$$

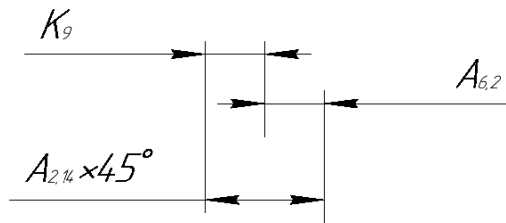


$$K_5 = 32 \pm 0,31$$

$$K_{5cp} = 64$$

$$A_{2,8cp} = K_{5cp} - A_{6,2cp} = 32 - 0,155 = 31,845 \text{ mm}$$

$$A_{2,8} = 31,845 \pm 0,06 \text{ mm}$$

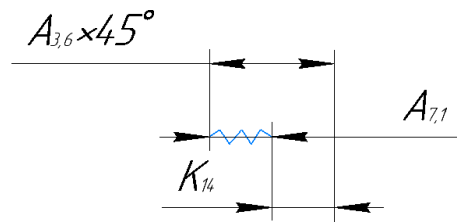


$$K_9 = 0,5 \pm 0,125$$

$$K_{9cp} = 0,5$$

$$A_{2,14cp} = K_{9cp} + A_{6,2cp} = 0,5 + 0,155 = 0,655 \text{ mm}$$

$$A_{2,14} = 0,655 \pm 0,06 \text{ mm}$$

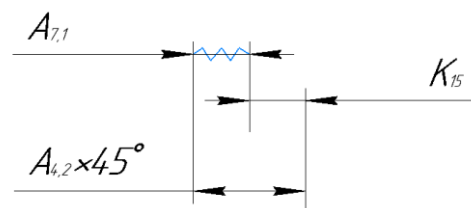


$$K_{14} = 0,5 \pm 0,125$$

$$K_{14cp} = 0,5$$

$$A_{3,6cp} = K_{14cp} + A_{7,1cp} = 0,5 + 0,155 = 0,655 \text{ mm}$$

$$A_{3,6} = 0,655 \pm 0,06 \text{ mm}$$

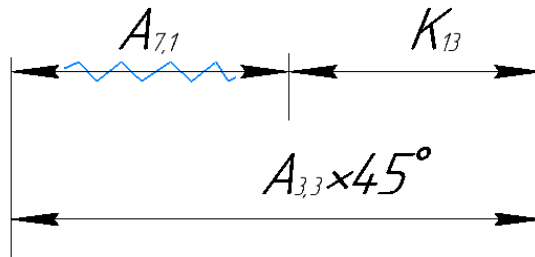


$$K_{15}=0,5\pm0,125$$

$$K_{15cp}=0,5$$

$$A_{4.2cp}=K_{15cp}+A_{7.1cp}=0,5+0,155=0,655\text{MM}$$

$$A_{4.2}=0,655\pm0,06\text{MM}$$

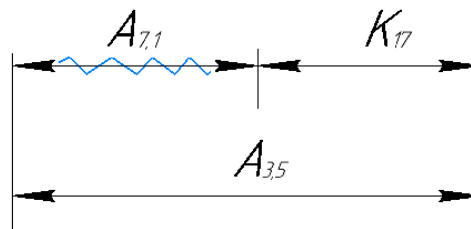


$$K_{13}=0,5\pm0,125$$

$$K_{13cp}=0,5$$

$$A_{3.3cp}=K_{13cp}+A_{7.1cp}=0,5+0,155=0,655\text{MM}$$

$$A_{3.3}=0,655\pm0,06\text{MM}$$

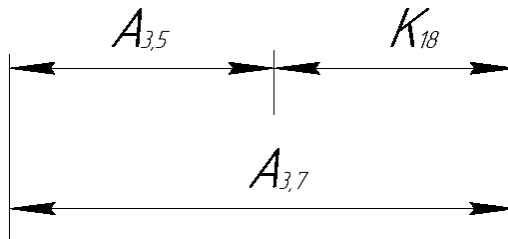


$$K_{17}=0,5\pm0,125$$

$$K_{17cp}=0,5$$

$$A_{3.5cp}=K_{17cp}+A_{7.1cp}=3+0,155=3,155\text{MM}$$

$$A_{3.5}=3,155\pm0,06\text{MM}$$

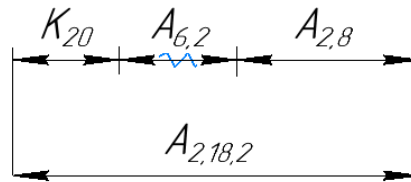


$$K_{18}=0,2^{+0,2}$$

$$K_{18cp}=0,3$$

$$A_{3.7cp}=K_{18cp}+A_{3.5cp}=0,3+3,155=3,455\text{MM}$$

$$A_{3.7}=3,455\pm0,06\text{MM}$$

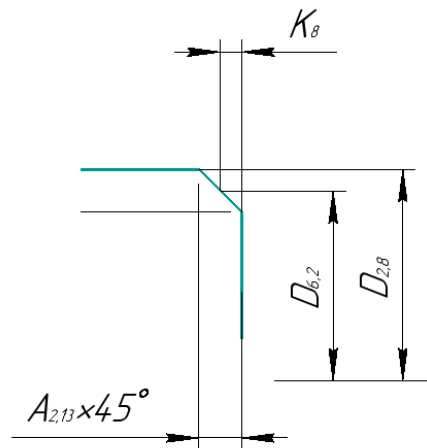


$$K_{20}=0,25^{+0,2}$$

$$K_{18cp}=0,35$$

$$A_{2.18.2cp}=K_{20cp}+A_{2.18cp}+A_{6.2cp}=0,35+31,845=32,35\text{MM}$$

$$A_{2.18.2}=32,35\pm0,06\text{MM}$$

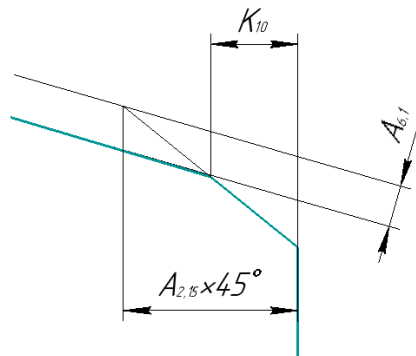


$$K_8=0,5\pm0,125$$

$$K_{8cp}=0,5$$

$$A_{2.13cp}=K_{8cp}+\frac{D_{2.8}-D_{6.2}}{2}=0,5+\frac{12,232-12,005}{2}=0,61\text{MM}$$

$$A_{2.13}=0,61\pm0,06\text{MM}$$

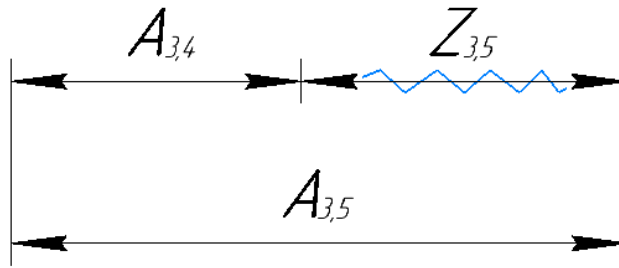


$$K_{10}=0,5\pm0,125$$

$$K_{10cp}=0,5$$

$$A_{2.15cp}=K_{10cp}+\cos 45^0 * \frac{A_{2.15}}{\sin 30^0}=0,5+0,707 * \frac{0,155}{0,5}=0,72\text{MM}$$

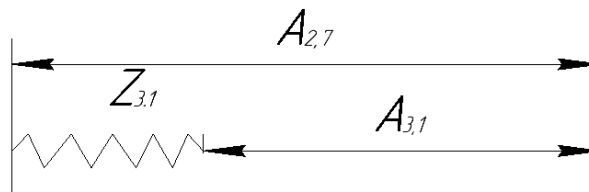
$$A_{2.15}=0,72\pm0,06\text{MM}$$



$$Z_{3.5cp} = Z_{3.5min} + (TA_{3.5} + TA_{3.3})/2 = 0,22 + (0,05 + 0,12)/2 = 0,305 \text{ mm}$$

$$A_{3.4cp} = A_{3.5min} - Z_{3.5} = 3,155 - 0,305 = 2,85$$

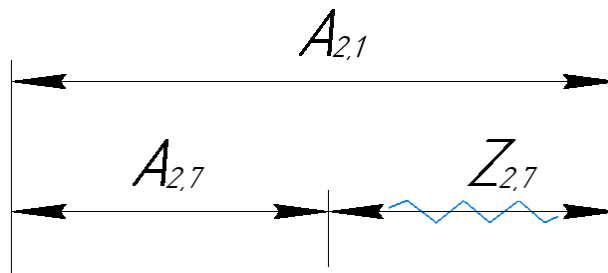
$$A_{3.4} = 2,85 \pm 0,06 \text{ mm}$$



$$Z_{3.1cp} = Z_{3.1min} + (TA_{2.7} + TA_{3.1})/2 = 0,25 + (0,2 + 0,12)/2 = 0,41 \text{ mm}$$

$$A_{2.7cp} = A_{2.7min} + Z_{3.1} = 64,155 - 0,41 = 64,565 \text{ mm}$$

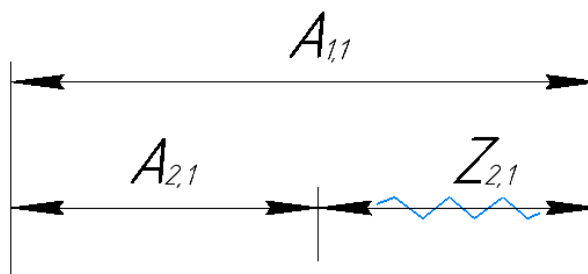
$$A_{2.7} = 64,565 \pm 0,1 \text{ mm}$$



$$Z_{2.7cp} = Z_{2.7min} + (TA_{2.7} + TA_{2.1})/2 = 0,25 + (0,2 + 0,34)/2 = 0,52 \text{ mm}$$

$$A_{2.1cp} = A_{2.7min} + Z_{2.7} = 64,565 + 0,52 = 65,085 \text{ mm}$$

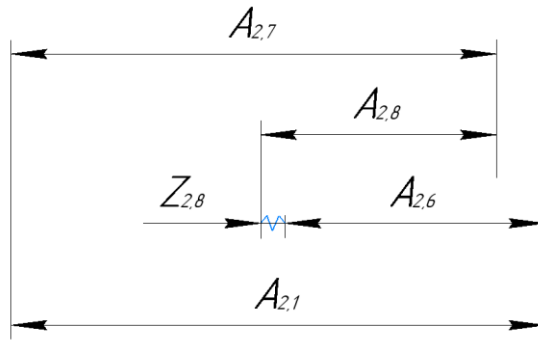
$$A_{2.1} = 65,085 \pm 0,17 \text{ mm}$$



$$Z_{2.1cp} = Z_{2.1min} + (TA_{2.1} + TA_{1.1})/2 = 0,72 + (0,34 + 1,25)/2 = 1,515 \text{ mm}$$

$$A_{1.1cp} = A_{2.1min} + Z_{2.1} = 65,085 + 1,515 = 66,66 \text{ mm}$$

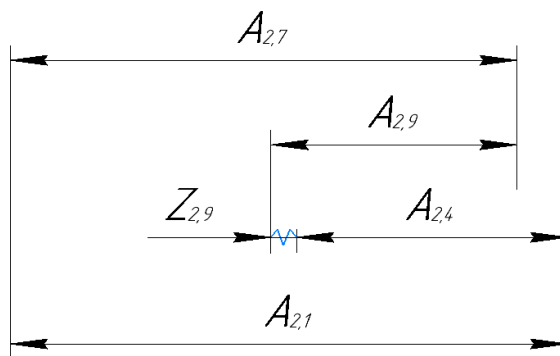
$$A_{1.1} = 66,66 \pm 0,625 \text{ mm}$$



$$Z_{2.8cp} = Z_{2.8min} + (TA_{2.7} + TA_{2.8} + TA_{2.6} + TA_{2.1})/2 = 0,25 + (0,2 + 0,12 + 0,2 + 0,34)/2 = 0,68 \text{ mm}$$

$$A_{2.6cp} = A_{2.1cp} + A_{2.8cp} - A_{2.7cp} - Z_{2.8cp} = 65,085 + 31,845 - 64,565 - 0,68 = 31,685$$

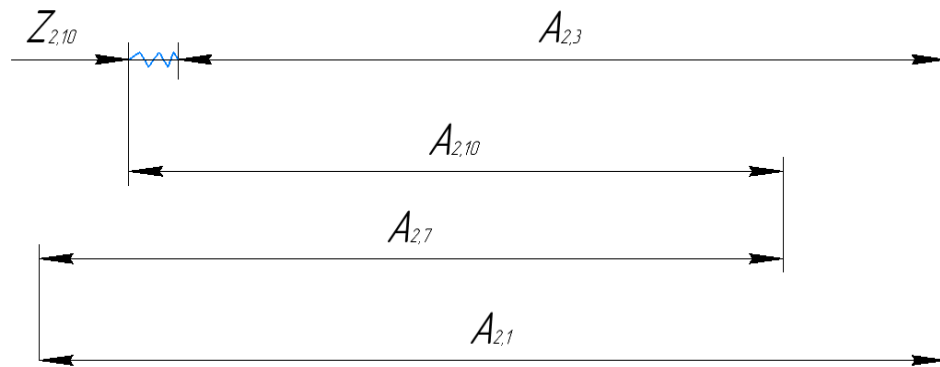
$$A_{2.6} = 31,685 \pm 0,1 \text{ mm}$$



$$Z_{2.9cp} = Z_{2.9min} + (TA_{2.7} + TA_{2.9} + TA_{2.4} + TA_{2.1})/2 = 0,25 + (0,2 + 0,12 + 0,2 + 0,34)/2 = 0,68 \text{ mm}$$

$$A_{2.4cp} = A_{2.1cp} + A_{2.9cp} - A_{2.7cp} - Z_{2.9cp} = 65,085 + 42 - 64,565 - 0,68 = 41,84$$

$$A_{2.4} = 41,84 \pm 0,1 \text{ mm}$$

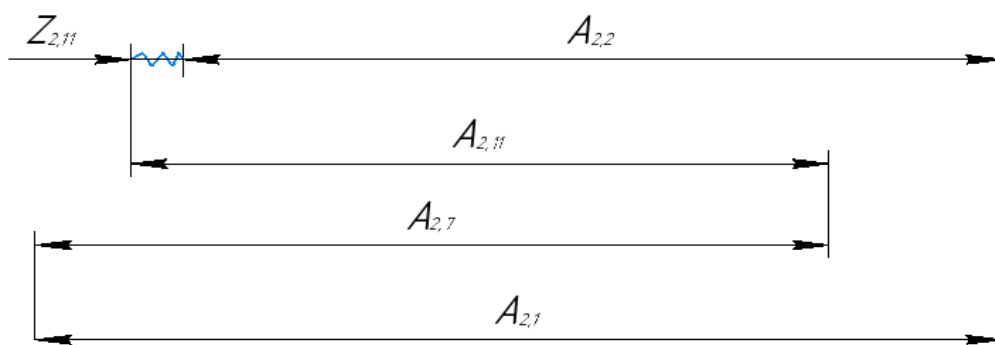


$$Z_{2.10cp} = Z_{2.10min} + (TA_{2.7} + TA_{2.10} + TA_{2.3} + TA_{2.1})/2 =$$

$$= 0,25 + (0,2 + 0,12 + 0,2 + 0,34)/2 = 0,68 \text{ mm}$$

$$A_{2.3cp} = A_{2.1cp} + A_{2.10cp} - A_{2.7cp} - Z_{2.10cp} = 65,085 + 50,5 - 64,565 - 0,68 = 41,84$$

$$A_{2.3} = 50,34 \pm 0,06 \text{ mm}$$

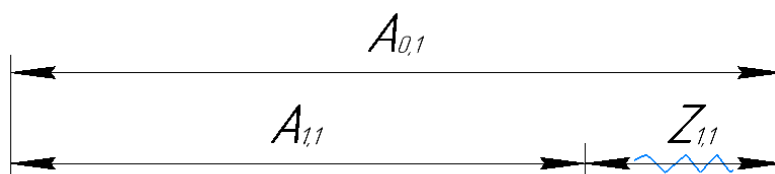


$$Z_{2.11cp} = Z_{2.11min} + (TA_{2.7} + TA_{2.11} + TA_{2.3} + TA_{2.1}) / 2 =$$

$$= 0,25 + (0,2 + 0,12 + 0,2 + 0,34) / 2 = 0,68 \text{ мм}$$

$$A_{2.2cp} = A_{2.1cp} + A_{2.10cp} - A_{2.7cp} - Z_{2.10cp} = 65,085 + 54 - 64,565 - 0,68 = 41,84$$

$$A_{2.2} = 53,84 \pm 0,06 \text{ мм}$$



$$Z_{1.1cp} = Z_{1.1min} + (TA_{0.1} + TA_{1.1}) / 2 = 1,25 + (2 + 1,25) / 2 = 2,875 \text{ мм}$$

$$A_{0.1cp} = A_{1.1cp} + Z_{1.1} = 67,77 + 2,875 = 70,645 \text{ мм}$$

$$A_{0.1} = 70,645 \pm 1,5 \text{ мм}$$

1.9 Расчет режимов резания

Заготовительная операция. Отрезать заготовку, выдержав размер $70,645 \pm 1,5 \text{ мм}$.

Режущий инструмент: Ленточная пила

Скорость резания $V_{ст} = 92 \text{ м/мин}$

Подача [4, с. 425]: $S_m = 50 \text{ мм/мин}$

Основное время обработки [4, с. 875]:

$$t_0 = \frac{d}{S_m}, \quad (1.8)$$

$$t_0 = \frac{65}{50} = 1,3 \text{ мин.}$$

Операция №1 Токарная с ЧПУ

Установ А переход №1

Подрезка торца, выдерживая размер $66,66 \pm 0,625$ мм

Инструмент резец проходной Т15К6 согласно [4, с. 180]

Глубина резания $t=1,25$

Подача для глубины резания [4, с.364] $S=1$

Расчетная формула скорости резания формула (1.9) [4, с. 363]

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} x^{m_x} y^{m_y}} K_v, \quad (1.9)$$

где T - стойкость инструмента, мин;

t - глубина резания, мм;

S - подача, мм/об;

C_v - постоянный коэффициент;

m, x, y - показатели степени;

K_v - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

Коэффициент K_v [4, с.358]:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ}, \quad (1.10)$$

где K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала [4, с.358];

$K_{ПВ}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки [4, с.361];

$K_{ИВ}$ - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента [4, с.361].

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{N_v}, \quad (1.11)$$

$$K_{MV} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1,2.$$

$$K_{MV}=1,2; K_{ПВ}=0,9; K_{ИВ}=1.$$

$$K_v = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,08.$$

Стойкость инструмента [4, с.361].

$$T_{mc} = T \cdot K_{Tc}, \quad (1.12)$$

где $T=60$ мин стойкость лиметирующего инструмента;

$K_{Tc}=1$ коэффициент изменения периода стойкости при многосточном обслуживании.

$C_v = 290$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ – определены [4, с.367].

Определим скорость резания:

$$V = \frac{290}{60^{0,20} \cdot 1,25^{0,15} \cdot 1^{0,35}} \cdot 1,08 = 183 \text{ м/мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 183}{3,14 \cdot 65} = 896 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

С учетом выбора типа станка принимаем:

Расчетаем главную силу резания [4, с.371]:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (1.13)$$

где C_p - коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала;

K_p - поправочный коэффициент

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (1.14)$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,75} = 0,85$$

$K_{\varphi P} = 0,89$; $K_{\gamma P} = 1,0$; $K_{\lambda P} = 1,0$; $K_{rP} = 0,93$

$$K_p = 0,85 \cdot 0,94 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,74$$

$C_p = 300$; $x = 1,0$; $y = 0,75$ $n = -0,15$;

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,25^1 \cdot 1^{0,75} \cdot 141^{-0,15} \cdot 0,74 = 1300 \text{ Н}$$

Мощность резания [4, с.371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (1.15)$$

$$N = \frac{1300 \cdot 183}{1020 \cdot 60} = 2,7 \text{ кВт}$$

Минутная подача :

$$S_m = n \cdot S \quad (1.16)$$

$$S_M = 891 \cdot 1 = 896 \text{ мм/мин}$$

Основное время t_0 , мин [4, с.875]:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} \quad (1.17)$$

где l – размер детали на данном переходе, мм;

$l_{\text{вр}}$ – величина врезания инструмента, мм;

$l_{\text{подв}}$ – величина подвода инструмента, мм.

$l_{\text{пер}}$ – величина перебега инструмента, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S_M – подача, мм/мин.

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(32,5 + 1,25 + 1 + 1) \cdot 1}{896} = 0,039 \text{ мин}$$

Сведем все в таблицу 1.7

Таблица 1.7 - Режимы резания для операции №1 (Токарная с ЧПУ)

Номер	Наименование перехода	Глубина резания t , мм	Длина резания l , мм	Подача S_o , мм/об	Скорость V , м/мин	Частота вращения, Минутная подача	Основное время
1	Подрезка торца, выдерживая размер $66,66 \pm 0,625 \text{ мм}$	1,25	32,5	1	183	896	0,039
2	Точить, выдерживая размеры $10 \pm 0,1$, $60,8_{-0,2}$	2,1	10	0,75	82	430	0,065

Операция №2 Токарная с ЧПУ

Установ Б переход №2

Точить, выдерживая размер $46,7 \pm 0,1$ мм и $53,84 \pm 0,06$ мм

Инструмент резец проходной Т15К6

Глубина резания $t_{1,2,3,4,5}=1,7$ $t_6=1,1$

Подача для глубины резания $S=1$

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV},$$

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{N_V} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1,2$$

$$K_{MV}=1,2; K_{ПV}=0,9; K_{ИV}=1.$$

$$K_V = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,08.$$

Стойкость инструмента $T_{mc}=60$

$C_V = 290$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ – определены [4, с.367].

Определим скорость резания:

$$V_{1,2,3,4,5} = \frac{290}{60^{0,20} \cdot 1,7^{0,15} \cdot 1^{0,35}} \cdot 1,08 = 127 \text{ м/мин}$$

$$V_6 = \frac{290}{60^{0,20} \cdot 1,1^{0,15} \cdot 1^{0,35}} \cdot 1,08 = 136 \text{ м/мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n_{1,2,3,4,5} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 127}{3,14 \cdot 65} = 622 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$n_6 = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 136}{3,14 \cdot 65} = 666 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Расчетаем главную силу резания:

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\Phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{\Gamma P}$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,75} = 0,85$$

$$K_{\Phi P} = 0,89; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,0; K_{\Gamma P} = 0,93$$

$$K_P = 0,85 \cdot 0,94 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,74$$

$$C_P = 300; x = 1,0; y = 0,75; n = -0,15;$$

$$P_{z1,2,3,4,5} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 1,7^1 \cdot 1^{0,75} \cdot 127^{-0,15} \cdot 0,74 = 1180H$$

$$P_{z6} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 1,1^1 \cdot 1^{0,75} \cdot 136^{-0,15} \cdot 0,74 = 1166H$$

Мощность резания:

$$N_{1,2,3,4,5} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1180 \cdot 127}{1020 \cdot 60} = 2,44 \text{ кВт}$$

$$N_6 = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1166 \cdot 136}{1020 \cdot 60} = 2,59 \text{ кВт}$$

Операция №2 Токарная с ЧПУ

Установ Б переход №19

Сверлить 6 отверстий ,выдерживая размер $7 \pm 0,06$ мм , $2,5 \pm 0,06$ мм, $40 \pm 0,05$ мм, 60° .

Инструмент сверло диаметр 2,5 мм, Р6М5 согласно [4, с.178].

Глубина резания при сверлении[4, с.381].

$$t = 0,5D \quad (1.18)$$

$$t = 2,5 \cdot 0,5 = 1,25 \text{ мм.}$$

Подача для глубины резания [4, с.381] $S=0,1$

Определим скорость резания[4, с.382]:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_V \quad (1.19)$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 1,25^{0,4}}{15^{0,20} \cdot 0,1^{0,50}} 1,08 = 15,58 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 15,58}{3,14 \cdot 2,5} = 1984 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

С учетом выбора типа станка принимаем:

Расчетаем осевую силу резания по формуле (1.20) [4, с.385]:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p \quad (1.20)$$

где C_p – коэффициент осевой силы [4, с.385];

D – диаметр сверла;

S – подача для глубины резания;

q и y – показатели степени осевой силы [4, с.385];

K_p – коэффициент учитывающий фактические условия обработки.

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 2,5^1 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 1,08 = 336 \text{ Н}.$$

Крутящий момент формула (1.21) [4, с.385].

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p \quad (1.21)$$

где C_M – коэффициент крутящего момента [4, с.385].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 2,5^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 1,08 = 3,6 \text{ Нм}$$

Мощность резания определим по формуле (1.22) [4, с.385]:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot \pi}{9750} = \frac{3,6 \cdot 1984}{9750} = 0,7 \text{ кВт.} \quad (1.22)$$

Таблица 1.8 - Режимы резания для операции №2 (Токарная с ЧПУ)

Номер перехода	Наименование перехода	Глубина резания t , мм	Длина резания l рез, мм	Подача S_o , мм/об	Скорость V , м/мин	Частота вращения, мин-1	Минутная подача S_m , мм/ мин	Основное время t_o , мин
1	Подрезка торца, выдерживая размер $65,085 \pm 0,17$ мм	1,515	32,5	0,7	132	646	452	0,079
2	Точить поверхность, выдерживая размеры $46,7 \pm 0,1$ мм и $53,84 \pm 0,06$ мм	1,7	53,84	1	127	622	622	0,55
3	Точить поверхность, выдерживая размеры $50,5 \pm 0,1$ мм и $34,7_{-0,2}$	2	50,5	0,5	82	752	376	0,44
4	Точить, выдерживая размеры $41,84 \pm 0,1$ мм и $16,558_{-0,3}$	1,5	41,84	0,75	82	1576	1182	0,22
5	Точить коническую поверхность, выдерживая размер 30^0	1,5	7,5	0,75	82	824	618	0,034
6	Точить поверхность, выдерживая размер $31,685 \pm 0,1$ мм и $12,745_{-0,13}$	1,5	31,685	0,75	82	1576	1182	0,05
7	Подрезать торец, выдерживая размер $64,565 \pm 0,1$ мм	0,52	6,372	0,75	93	2325	1743	0,004

Продолжение таблицы 1.8

8	Точить поверхность, выдерживая размер $31,845 \pm 0,06$ мм и $12,232_{-0,084}$	0,5	31,845	0,3	117	3000	1500	0,022
9	Точить поверхность, выдерживая размер $42 \pm 0,06$ мм и $15,958_{-0,084}$	0,6	11	0,3	117	2320	1395	0,027
10	Точить поверхность, выдерживая размер $50,5 \pm 0,06$ мм и $33,95_{-0,1}$	0,35	17	0,3	117	1097	384	0,05
11	Точить поверхность, выдерживая размер $54 \pm 0,06$ мм и $45,94_{-0,12}$	0,75	3,5	0,3	117	810	608	0,01
12	Точить коническую поверхность, выдерживая размер 30^0	0,25	7,5	0,3	117	1095	273	0,034
13	Точить фаску, выдерживая размер $0,61 \pm 0,06$ мм *45°	0,61	0,61	0,3	117	3000	931	0,003
14	Точить фаску, выдерживая размер $0,655 \pm 0,06$ мм *45°	0,655	0,655	0,3	117	2300	698	0,003
15	Точить фаску, выдерживая размер $0,72 \pm 0,06$ мм *45°	0,72	0,72	0,3	117	1164	349	0,003

Продолжение таблицы 1.8

16	Точить фаску, выдерживая размер $0,5 \pm 0,06 \text{ мм}$ $\ast 45^\circ$	0,5	0,5	0,3	117	810	243	0,003
17	Точить фаску, выдерживая размер $0,5 \pm 0,06 \text{ мм}$ $\ast 45^\circ$	0,5	0,5	0,3	117	620	186	0,003
18	Точить канавку, выдержав размеры, $32,35 \pm 0,06 \text{ мм}$, $11_{-0,1}$	0,5	0,7	0,3	117	2400	1680	0,01
19	Сверлить 6 отверстий ,выдерживая размер $7 \pm 0,06 \text{ мм}$, $2,5 \pm 0,06 \text{ мм}$, $40 \pm 0,05$ мм , 60° .	1,25	7	0,1	15,58	1900	198,4	0,34
20	Зенковать 6 отверстий выдерживая размер $0,25 \pm 0,05 \ast 45^\circ$	0,25	0,25	0,15	15	1900	297	0,03
21	Нарезать резьбу в М3-6Н 6 отверстиях, выдержать размеры $6 \pm 0,06 \text{ мм}$	0,5	6	0,5	3,45	270	137	0,34

Операция №3 Токарная с ЧПУ

Установ Б переход № 4

Фрейзеровать углубление , выдерживая размер $2,85 \pm 0,06 \text{ мм}$, $39,456 \pm 0,08 \text{ мм}$.

Инструмент фреза концевая $\varnothing 10 \text{ мм}$, $z=4$ P6M5

Глубина резания $t = 2,85 \text{ мм}$.

Подача: $S=0,03$ мм/ зуб. = $0,12$ мм/об.

Определим скорость резания по формуле (1.23) [4, с.406]:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v \quad (1.23)$$

где B – параметр срезаемого слоя, мм;

u, p, y, x – показатели степени в формуле скорости [4, с.407].

$$V = \frac{46,7 \cdot 10^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 2,85^{0,5} \cdot 0,03^{0,5} \cdot 10^{0,1} \cdot 4^{0,1}} \cdot 1, = 76 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Число оборотов :

$$n = \frac{1000 \cdot 76}{3,14 \cdot 10} = 2400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Расчетаем главную силу резания по формуле (1.24) [4, с.406]:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} K_{MP} \quad (1.24)$$

Согласно пособию [4, с.412].

$C_p= 68,2$, $x = 0,86$, $y = 0,72$, $u=1$, $q=0,86$, $w=0$, $K_{MP}=0,3$

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 2,85^{0,86} \cdot 0,03^{0,72} \cdot 10^1 \cdot 4}{10^{0,86} \cdot 2400^0} \cdot 0,3 = 920 \text{ Н}$$

$C_p= 68,2$, $x = 0,86$, $y = 0,72$, $u=1$, $q=0,86$, $w=0$, $K_{MP}=0,3$

Крутящий момент по формуле (1.25) [4, с.411]:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{920 \cdot 10}{200} = 46 \text{ Нм.} \quad (1.25)$$

Мощность резания по формуле (1.26) [4, с.411]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{920 \cdot 76}{1020 \cdot 60} = 1,1 \text{ кВт.} \quad (1.26)$$

Таблица 1.9 - Режимы резания для операции №3 (Токарная с ЧПУ)

Номер перехода	Наименование перехода	Глубина резания t , мм	Длина резания l рез, мм	Подача S_o , мм/об	Скорость V , м/мин	Частота вращения, мин-1	Минутная подача S_m , мм/ мин	Основное время t_0 , мин
1	Подрезка торца, выдерживая размер $64,155 \pm 0,06$ мм	0,41	32,07	0,5	117	646	323	0,1
2	Точить поверхность, выдерживая размеры $60_{-0,12}^{+0,12}$ мм	0,4	10	0,5	117	622	311	0,02
3	Точить фаску, выдерживая размер $0,655 \pm 0,06$ мм $\cdot 45^\circ$	0,6	0,5	0,5	117	752	376	0,01
4	Фрейзеровать поверхность, выдерживая размеры $2,85 \pm 0,06$ мм и $39,456_{-0,16}^{+0,16}$	2,85	-	0,12	76	2400	288	0,22
5	Расточить углубление, выдерживая размер $3,155 \pm 0,06$ мм и $39,77_{-0,1}^{+0,1}$	0,2	3	0,75	117	824	618	0,034
6	Точить фаску, выдерживая размер $0,655 \pm 0,06$ мм $\cdot 45^\circ$	0,6	0,6	0,5	117	931	465	0,01
7	Точить канавку, выдержав размеры, $3,455 \pm 0,06$ мм, $40,2_{-0,1}^{+0,1}$	0,25	0,6	0,1	117	931	93,1	0,02

Операция №4 Фрезерная операция с ЧПУ (Вертикально-обрабатывающий центр VMC320)

Переход №3

Нарезать резьбу в 8 отверстиях М4-6Н,выдерживая размер $4\pm 0,03$ мм.

Инструмент метчик М4 , Р6М5.

Подача для глубины резания $S=0,7$ мм/об.

Скорость резания по формуле [4, с.432]:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (1.27)$$

Коэффициент K_V [4, с.431]:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{CV},$$

$$K_{MV}=0,9; K_{CV}=1; K_{IV}=1.$$

$$K_V = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9.$$

Стойкость инструмента $T=90$

$C_V=64,8$; $m=0,9$; $q=1,2$; $y=0,5$ – определены согласно пособию [4, с.431].

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{41 \cdot 4^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 0,7^{0,5}} \cdot 0,9 = 4,05 \text{ м/мин},$$

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 4,05}{3,14 \cdot 4} = 322 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Крутящий момент при нарезания резьбы метчиком по формуле (1.28) [4, с.432]:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_p \quad (1.28)$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0025 \cdot 4^2 \cdot 0,7^{1,5} \cdot 1 = 0,23 \text{ Нм}$$

Мощность резания по формуле (1.28) [4, с.432]:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot \pi}{975} = \frac{0,23 \cdot 322}{975} = 0,07 \text{ кВт}. \quad (1.29)$$

Таблица 1.10 - Режимы резания для операции №4 (Фрезерная)

Номер перехода	Наименование перехода	Глубина резания t , мм	Длина резания l рез, мм	Подача S_o , мм/об	Скорость V , м/мин	Частота вращения, мин-1	Минутная подача S_m , мм/ мин	Основное время t_o , мин
1	Сверлить 8 отверстий ,выдерживая размер $3,3 \pm 0,12$ мм, $50 \pm 0,05$ мм, 30° .	1,15	10	0,05	32	3000	150	0,7
2	Зенковать 8 отверстий выдерживая размер $0,655 \pm 0,05$	0,65	0,65	0,15	15	1984	297	0,03
3	Нарезать резьбу в М4-6Н 8 отверстиях, выдержать размеры $4-0,03$ мм.	-	10	0,7	4,05	322	225,4	0,65

Операция №6

Установ Б переход № 2

Шлифовать цилиндрическую поверхность и торец, выдерживая размер $12^{+0.01}$, $0,15 \pm 0,005$ мм.

Инструмент круг шлифовальный 300x12x127мм 25А

Назначим режимы резания исходя из пособия [4, с.438]:

Скорость круга: $V_k = 35$ м/с

Скорость заготовки: $V_3 = 25$ м/мин

Глубина резания: $t_{1,2,3} = 0,025$ мм, $t_{3,4} = 0,015$

Подача: $S = 3,6$ м/мин.

Мощность резания по формуле (1.30)[4, с.438]:

$$N = C_N \cdot v_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q \cdot b^z \quad (1.30)$$

$$N = 0,14 \cdot 25^{0,8} \cdot 0,025^{0,8} \cdot 14^{0,5} \cdot 12^{0,2} = 0,54 \text{ кВт.}$$

Таблица 1.11 - Режимы резания для операции №6 (Шлифовальная)

Номер перехода	Наименование перехода	Глубина резания t , мм	Длина резания l рез, мм	Скорость круга, м/с	Минутная подача S_m , м/ мин	Основное время t_0 , мин
1	Шлифовать коническую поверхность,выдерживая размер 30^0 .	0,025	8	35	3,6	0,09
2	Шлифовать цилиндрическую поверхность и торец, выдерживая размер $12^{+0,01}$, $0,15 \pm 0,005$ мм	0,025	32	35	3,6	0,09

Таблица 1.12 - Режимы резания для операции №7 (Шлифовальная)

Номер перехода	Наименование перехода	Глубина резания t , мм	Длина резания l рез, мм	Скорость V , м/мин	Минутная подача S_m , мм/ мин	Основное время t_0 , мин
1	Шлифовать торец выдерживая размер $0,155 \pm 0,005$ мм	0,025	10	35	150	0,7
2	Шлифовать цилиндрическую поверхность, выдерживая размер $40,005^{-0,01}$, 3 мм	0,025	3	35	297	0,1

1.10 Выбор оборудования и технологической оснастки

1. Ленточнопильный станок Jet HVBS-912 50000435T

Таблица 1.13 - Технические характеристики станка

Максимальный диаметр заготовки 90°, мм	229 мм
Мощность, кВт	1,4
Скорость движения ленты, м/мин	95
Размер пильной ленты, мм	2655x27x0,9
Габариты, мм	1380x460x1050
Вес, кг	160

Инструмент: Биметаллическое ленточное полотно М42, 27 х 0,9 х 2655мм, 4/6ТPI.

2.Токарный станок с ЧПУ SMEC PL 1600M (с приводным инструментом)

Таблица 1.14 - Технические характеристики станка

Максимальный диаметр над станиной, мм	530
Максимальная длина обработки, мм	291
Диаметр сквозного отверстия шпинделя, мм	46
Мощность двигателя шпинделя, кВт	11
Скорость быстрых перемещений (X/Z), м/мин	24
Количество инструментальных позиций	10
Мощность двигателя приводного инструмента, кВт	3,7
Скорость вращения шпинделя, об/мин	6000
Присоединительный торец шпинделя	A2-5
Размер патрона, дюйм	6"
Диаметр осевого инструмента, мм	32
Перемещение по осям (X/Z), мм	165
Диаметр осевого инструмента, мм	32
Система ЧПУ	FANUC F 0i MATE - TD
Габариты, мм	2,580 x 1,760
Вес станка, кг	3,100

Инструмент:

1. Резец токарный, проходной 2140-0009 T15K6 ГОСТ 18879-73;
2. Резец токарный, проходной упорный 2103-1111 T15K6 ГОСТ 18879-73;
3. Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком, ГОСТ 886-77, 2300-6924, d=2,5 мм, 118°, P6M5;
4. Зенковка коническая с цилиндрическим хвостовиком, ГОСТ 14953-80, 2353-0109, d=2,5, 90°, P6M5;
5. Метчик машинный М3, ГОСТ 3266-81, 2620-1061, P6M5;
6. Резец токарный 2130-0255 T15K6 ГОСТ 18884-73
7. Концевая фреза с цилиндрическим хвостовиком ГОСТ 17025-71, 2220-0013, диаметр 10 мм, z=4;
8. Резец расточной 2141-0005 T15K6 ГОСТ 18883-73;
9. Резец токарный канавочный T15K6.

3. Вертикально-обрабатывающий центр VMC320

Таблица 1.15 - Технические характеристики станка

Размер стола, мм	600x305
Т-образный паз (ширина X кол-во X расстояние)	14x3x85
Максимальная нагрузка, кг	260
Перемещение по осям X/Y/Z, мм	320/240/450
Расст. от торца шпинделя до стола, мм	50-500
Расст. от центра шпинделя до колонны, мм	380
Скорость вращения, об/мин	6000
Быстрый ход по осям X/Y/Z, м/мин	20/20/20
Вес VMC320 инструмента, кг	3
Количество инструментальных позиций	12
Мощность, кВт	3.7/5.5
Тип шпинделя	BT30
Система ЧПУ	Fanuc 0i-mate MD
Внешние габариты (ДxШxВ), мм	2080x1900x2350
Вес, кг	2000

1. Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком,

ГОСТ 886-77, 2300-6939, d=3,3 мм, 118°, P6M5;

2. Зенковка коническая с цилиндрическим хвостовиком,

ГОСТ 14953-80, 2353-0109, d=2,5, 90°, P6M5;

3. Метчик машинный М4, ГОСТ 3266-81, 2620-1095, P6M5

4. Круглошлифовальный станок Spitzen SOG-2040

Таблица 1.16 - Технические характеристики станка

Наибольший диаметр устанавливаемой детали, мм	200
Расстояние между центрами	400
Максимальный диаметр шлифования, мм	160
Максимальная масса заготовки в центрах, кг	60
Размер шлифовального круга, мм	305 x 38 x 127
Конус передней бабки	МК3
Мощность привода шлифовального круга, кВт	2,2
Внешние габариты (ДхШхВ), мм	2370x1450x1730
Вес, кг	2000

Инструмент:

1. Круг шлифовальный ВОЛЖСКИЙ АЗ 1 300x10x127-25А-F60 О,Р,Q (25СТ)

2. Головка абразивная АW(ГЦ) 10x25x3 ГЦ 25А 16Н СТ с хвостовиком

1.11 Расчет норм времени операций техпроцесса.

Определим суммарное основное время по формуле:

Операция №2

$$t_0=0,079+0,55+0,44+0,22+0,034+0,05+0,004+0,022+0,027+0,05+0,01+0,034+0,003+0,003+0,003+0,003+0,003+0,01+0,34+0,03+0,34=2,255$$

Операция №3

$$t_0=0,1+0,02+0,01+0,22+0,034+0,01+0,02=0,414$$

Операция №4

$$t_0=0,7+0,03+0,65=1,38$$

Операция №6

$$t_0=0,09+0,09=0,18$$

Операция №7

$$t_0=0,7+0,1=0,8$$

Вспомогательное время t_v состоит из затрат времени на отдельные приемы формула (1.31) [5, с.37]:

$$t_{всп} = t_{yc} + t_{з.о} + t_{уп} + t_{из}, \quad (1.31)$$

где t_{yc} – время на установку и снятие детали, мин;

$t_{з.о}$ – время на закрепление и открепление детали, мин;

$t_{уп}$ – время на приемы управления, мин;

$t_{из}$ – время на измерение детали, мин.

$$t_{всп}^0=0,5*1,3+0,1=0,75$$

$$t_{всп}^1=0,26+0,2+0,3=0,76$$

$$t_{всп}^2=0,26+0,2+0,8=1,26$$

$$t_{всп}^3=0,26+0,2+0,3=0,76$$

$$t_{всп}^4=0,29+0,2+0,3=0,79$$

$$t_{всп}^6=0,65+0,4+0,3+0,2=1,65$$

$$t_{всп}^7=0,38+0,4+0,4+0,2=1,38$$

Оперативное время формала (1.32) [5, с.38]:

$$t_{оп} = t_{всп} + t_{очн}. \quad (1.32)$$

$$t_{оп}^0 = 0,75 + 1,3 = 2,03$$

$$t_{оп}^1 = 0,76 + 0,1 = 0,86$$

$$t_{оп}^2 = 1,26 + 2,255 = 3,515$$

$$t_{оп}^3 = 0,76 + 0,414 = 1,174$$

$$t_{оп}^4 = 0,79 + 1,38 = 2,17$$

$$t_{оп}^6 = 1,65 + 0,18 = 1,83$$

$$t_{оп}^7 = 1,38 + 0,8 = 2,18$$

Расчет времени на обслуживание рабочего места формула (1.33) [5, с.38]:

$$t_{\text{обс}} = \alpha \cdot t_{\text{оп}} \quad (1.33)$$

Где α – норматив времени на обслуживание рабочего места,

$t_{\text{оп}}$ – оперативное время, мин.

$$t_{\text{обс}}^0 = 0,03 \cdot 2,03 = 0,061 \text{мин}$$

$$t_{\text{обс}}^1 = 0,03 \cdot 0,86 = 0,026 \text{мин}$$

$$t_{\text{обс}}^2 = 0,03 \cdot 3,515 = 0,1 \text{мин}$$

$$t_{\text{обс}}^3 = 0,03 \cdot 1,174 = 0,03 \text{мин}$$

$$t_{\text{обс}}^4 = 0,03 \cdot 2,17 = 0,065 \text{мин}$$

$$t_{\text{обс}}^6 = 0,06 \cdot 1,83 = 0,1 \text{мин}$$

$$t_{\text{обс}}^7 = 0,06 \cdot 2,18 = 0,13 \text{мин}$$

Расчет времени на отдых определяется по формуле (1.34) [5, с.38]:

$$t_{\text{отд}} = \beta \cdot t_{\text{оп}} \quad (1.34)$$

Где β – норматив времени на отдых.

$$t_{\text{отд}}^0 = 0,04 \cdot 2,03 = 0,08 \text{мин}$$

$$t_{\text{отд}}^1 = 0,04 \cdot 0,86 = 0,03 \text{мин}$$

$$t_{\text{отд}}^2 = 0,04 \cdot 3,515 = 0,14 \text{мин}$$

$$t_{\text{отд}}^3 = 0,04 \cdot 1,174 = 0,04 \text{мин}$$

$$t_{\text{отд}}^4 = 0,04 \cdot 2,17 = 0,08 \text{мин}$$

$$t_{\text{отд}}^6 = 0,04 \cdot 1,83 = 0,07 \text{мин}$$

$$t_{\text{отд}}^7 = 0,04 \cdot 2,18 = 0,08 \text{мин}$$

Расчет штучного времени рассчитывается по формуле (1.35) [5, с.37]:

$$t_{\text{шт.}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{всп}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{отд}} \quad (1.35)$$

$$t_{\text{шт}}^0 = 1,3 + 0,75 + 0,06 + 0,08 = 2,19 \text{мин}$$

$$t_{\text{шт}}^1 = 0,1 + 0,75 + 0,26 + 0,03 = 1,14 \text{мин}$$

$$t_{\text{шт}}^2 = 2,255 + 0,75 + 0,01 + 0,14 = 3,155 \text{мин}$$

$$t_{\text{шт}}^3 = 0,414 + 0,75 + 0,03 + 0,04 = 1,23 \text{мин}$$

$$t_{шт}^4 = 1,38 + 0,75 + 0,065 + 0,08 = 2,27 \text{ мин}$$

$$t_{шт}^6 = 0,18 + 0,75 + 0,01 + 0,07 = 1,01 \text{ мин}$$

$$t_{шт}^7 = 0,8 + 0,75 + 0,13 + 0,08 = 1,76 \text{ мин}$$

Расчет штучно-калькуляционного времени формула (1.36) [5, с.37]:

$$t_{шт.к.} = t_{шт.} + \frac{t_{пз}}{n}, \quad (1.36)$$

где $t_{пз}$ - подготовительно-заключительное время;

n – размер партии деталей.

$$t_{шт.к}^0 = 2,19 + \frac{15}{4500} = 2,193 \text{ мин}$$

$$t_{шт.к}^1 = 1,14 + \frac{22}{4500} = 1,144 \text{ мин}$$

$$t_{шт.к}^2 = 3,155 + \frac{22}{4500} = 3,159 \text{ мин}$$

$$t_{шт.к}^3 = 1,23 + \frac{22}{4500} = 1,234 \text{ мин}$$

$$t_{шт.к}^4 = 2,27 + \frac{22}{4500} = 2,274 \text{ мин}$$

$$t_{шт.к}^6 = 1,01 + \frac{18}{4500} = 1,014 \text{ мин}$$

$$t_{шт.к}^7 = 1,76 + \frac{18}{4500} = 1,764 \text{ мин}$$

2 Конструкторская часть

2.1 Описание конструкции приспособления

Приспособления разработано для четвертой операции на фрезерном станке (VMC320). В нее входит сверление, зенкерование и нарезание резьбы М4. В тисках 5 (ГОСТ 20746-84) выполненных с одной призматической губкой, закрепляется оправка 4 рисунок 2.2. Она выполнена с двумя направляющим, на которых базируется деталь 3. Для зажима заготовки используется скоба 1, который с помощью винта 2 поджимает заготовку к оправке. После выполнения операции выкручиваем винт и снимаем заготовку. Для следующей заготовки настройка станка уже не требуется.

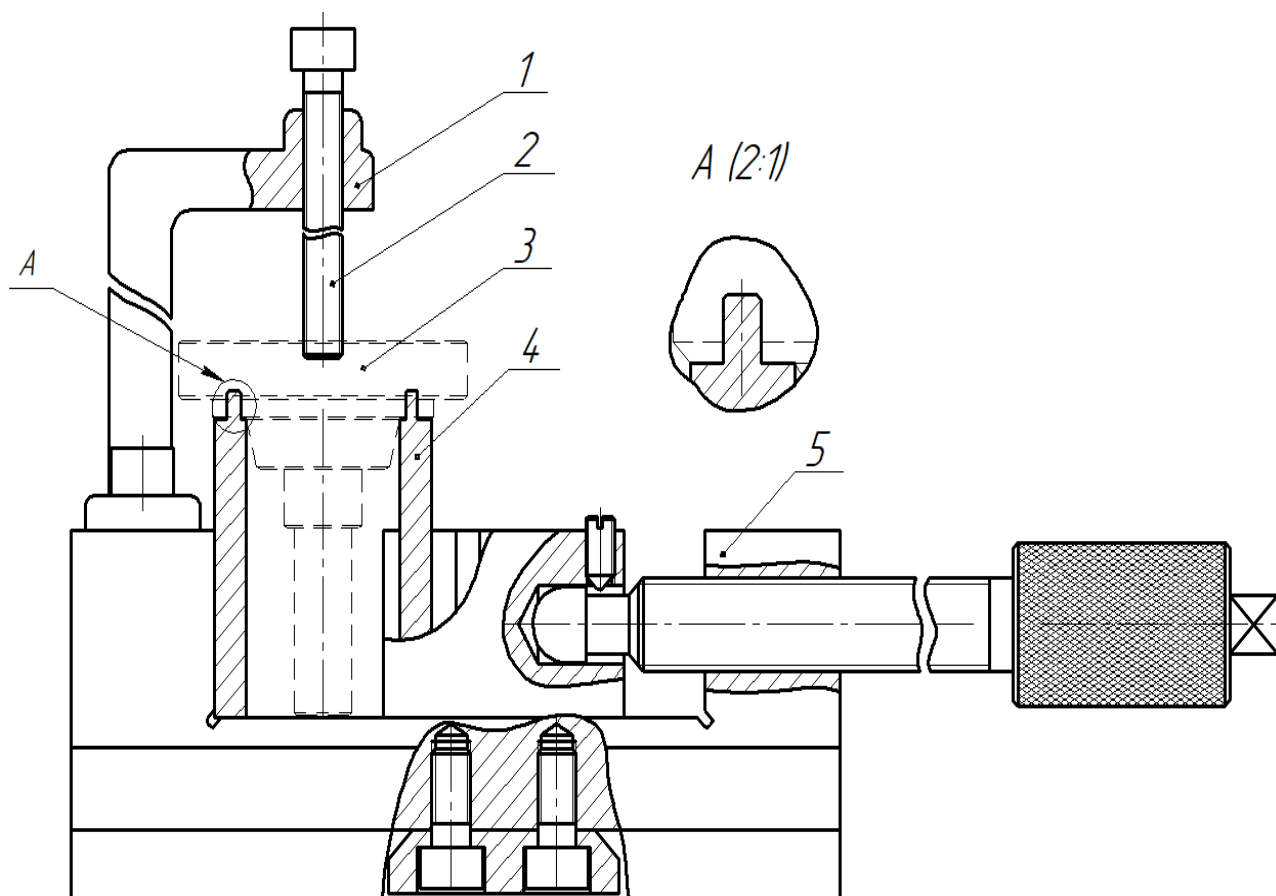


Рисунок 2.1 Универсально-сборное приспособление

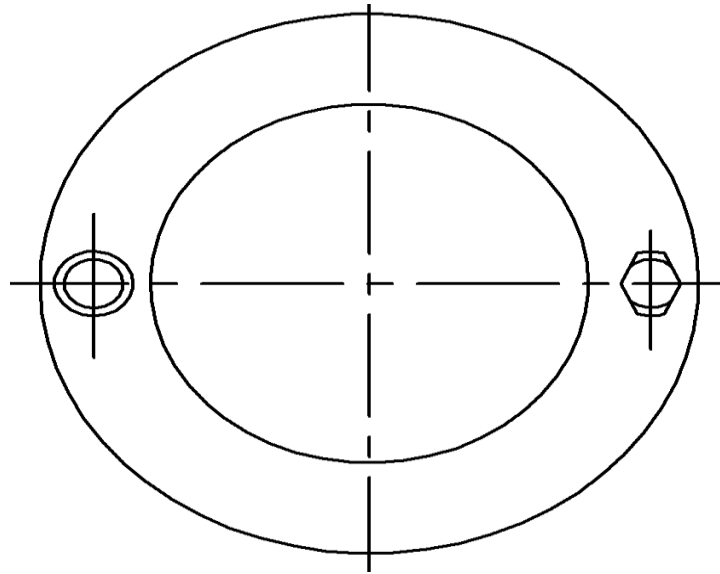


Рисунок 2.2 Оправка вид сверху

2.2 Расчет усилия закрепления

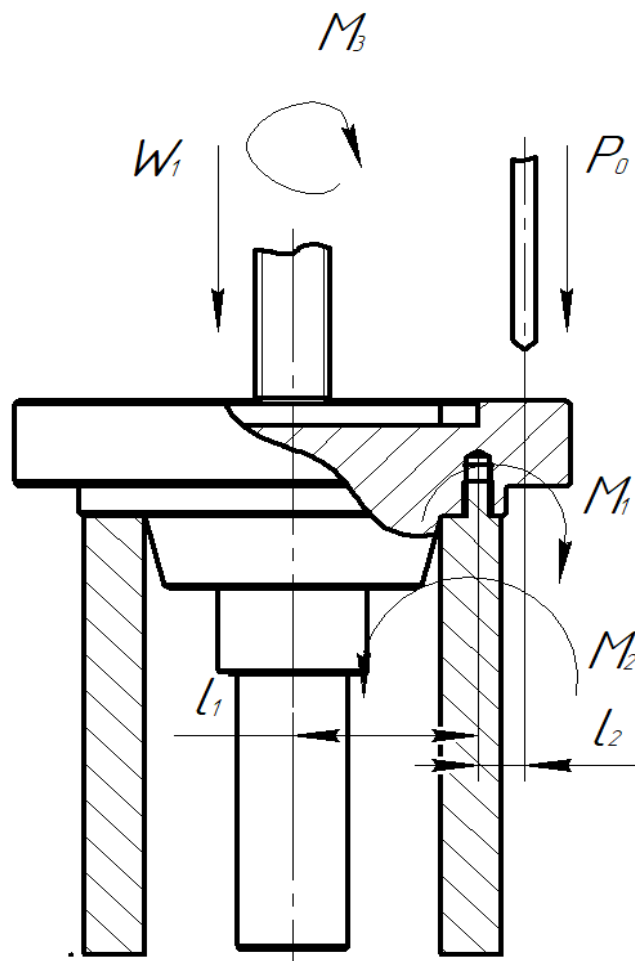


Рисунок 2.3 Схема расчета сил закрепления

Исходя из данной схемы видим что крутящий момент будет воздействовать на деталь и пытаться ее повернуть, но ему не дадут сдвинуть заготовку направляющие находящиеся на оправке. Опрокидывающий момент M_1 будет равен моменту M_2 . Условие равновесия в данном случае выражается уравнением (без учета сил трения). Расчет проводится по методичке [6 с. 129].

$$W_1 \cdot l_1 = k \cdot P_0 \cdot l_2 \quad (2.1)$$

$$W_1 = k \cdot P_0 \cdot l_2 / l_1$$

где - W_1 сила зажима противодействующая опрокидыванию и создающая момент M_1

l_1 – плечо силы противодействующей опрокидыванию

l_2 – плечо силы опрокидывающей

P_0 – сила обработки создающая опрокидывающий момент M_2

k – коэффициент запаса формула (2.2) [4, с. 117]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \quad (2.2)$$

где K_0 – коэффициент гарантированного запаса ($K_0 = 1,5$)

K_1 – коэффициент увеличения сил резанья в результате затупления запаса ($K_1 = 1,2$)

K_2 – коэффициент учитывающий увеличение сил в результате неровностей поверхностей ($K_2 = 1$)

K_3 – коэффициент учитывающий увеличение сил в результате прирывов резанья ($K_3 = 1$)

K_4 – коэффициент характеризует постоянство сил закрепления ($K_4 = 1$)

K_5 – коэффициент учитывающий наличие моментов которые стремятся повернуть заготовку ($K_5 = 1$)

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,8$$

$$W_1 = k \cdot P_0 \cdot l_2 / l_1 = 1,8 \cdot 70 \cdot 5 \div 20 = 31,5 \text{ Н}$$

Далее определим момент который нужно развить на винте для обеспечения заданной зажимной силы W_1 формула (2.3) [6 с. 132].

$$M = 0,2 \cdot d \cdot W_1 \quad (2.3)$$

$$M = 0,2 \cdot 6,6 \cdot 31,5 = 41,58 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

2.3 Расчет на точность приспособления

Величина $\varepsilon_{пр}$ (погрешность приспособления) обеспечивается разработкой конструкции приспособления, и именно на нее следует ориентироваться при выполнении точностных расчетов приспособления. Расчет выполним по формуле (2.4) [8, с.6].

$$\varepsilon_{пр} = T - k_m \sqrt{(k_{m1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_{y.п}^2 + \varepsilon_u^2 + \varepsilon_{n.u}^2 + (k_{m2} \cdot \omega_{m.c})^2} \quad (2.4)$$

где T - допуск выполняемого размера;

k_m – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения ($k_m=1$);

k_{m1} – коэффициент, учитывающий уменьшения предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках ($k_{m1}=0,80$);

ε_{δ} – погрешность базирования заготовки;

ε_z – погрешность закрепления заготовки;

$\varepsilon_{y.п}$ – погрешность установки приспособления на станке;

ε_u – погрешность положения заготовки, возникающая в результате износа установочных элементов;

$\varepsilon_{n.u}$ – погрешность от перекося инструмента в элементах (устройствах);

k_{m2} – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемыми факторами не зависящими от приспособления ($k_{m2}=0,6$);

$\omega_{m.c}$ – средняя экономическая точность обработки.

Погрешность базирования формула (2.5) [8, с.42].

$$\varepsilon_{\delta} = S_{max} \cdot \cos \alpha \quad (2.5)$$

где S_{max} – максимальный зазор посадки на цилиндрический палец

$$S_{max} = ES - ei \quad (2.6)$$

Где ES – верхнее отклонение отверстия;

e_i – нижнее отклонение вала (пальца).

$$S_{\max} = 0,065 - (-0,012) = 0,078 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_6 = 0,01 \cdot 0,707 = 0,05 \text{ мм.}$$

Погрешность закрепления ε_3 равна нулю так как сила закрепления приложена перпендикулярно выполняемому размеру.

Определим погрешность установки фактическую $\varepsilon_{y.п}$ которая равна погрешности базирования 0,007 мм и дополнительную $\varepsilon_{y.п}$ по формуле (2.7) [8, с.6].

$$\varepsilon_{y.д} = \sqrt{T^2 - (k_{m2} \cdot \omega_{m.c})^2} \quad (2.7)$$

$$\varepsilon_{y.д} = \sqrt{0,1^2 - (0,6 \cdot 0,06)^2} = 0,94 \text{ мм}$$

Для получения требуемой точности условие соблюдается, где дополнительная погрешность установки больше либо равна погрешности базирования заготовки.

Погрешность установки приспособления на станок может быть частично или устранена настройкой станка.

Приближенный износ установочных элементов можно определить по формуле (2.8) [8, с.24].

$$\varepsilon_u = U_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \quad (2.8)$$

где U_0 – средний износ установочных элементов для стали 40Х равен 0,04;

k_1 – коэффициент, учитывающий влияния материала заготовки равен 1;

k_2 – коэффициент, учитывающий влияния оборудования равен 1;

k_3 – коэффициент, учитывающий условия обработки равен 1;

k_4 – коэффициент, учитывающий число установок заготовки равен 0,045.

$$\varepsilon_u = 0,04 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,045 = 0,0018 \text{ мм}$$

Погрешность от перекося инструмента в элементах будет равна нулю так как нет направляющих элементов.

$$\begin{aligned} \varepsilon_{np} &= T - k_m \sqrt{(k_{m1} \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{y.п}^2 + \varepsilon_u^2 + \varepsilon_{n.u}^2 + (k_{m2} \cdot \omega_{m.c})^2} = \\ &= 0,1 - 1 \cdot \sqrt{0,04^2 + 0,0018^2 + (0,5 \cdot 0,06)^2} = 0,05 \text{ мм} \end{aligned}$$

Следовательно, требуемые условия соблюдаются.

$$(T=0,1) \geq (\varepsilon_{\text{п.р.}}=0,05)$$

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л51	Гонтову Алексею Васильевичу

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материально-технические ресурсы: компьютер (40000р); энергетические ресурсы: электрическая энергия (2,45р/КВт)
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премии 30%; надбавки 20%; дополнительная заработная плата 12%; накладные расходы 16%; 1,3 районный коэффициент
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Составление таблицы оценочной конкурентоспособности, составление многоугольника конкурентоспособности, SWOT- анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Продолжительность каждого этапа проекта, составление графика Ганта. Расчет затрат на материальные расходы, основную и дополнительную зарплаты, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.03.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Криницына З.В	канд. техн. наук, доцент		16.03.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л51	Гонтов Алексей Васильевич		16.03.2020

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

Целью раздела будет анализ обоснования целесообразности проекта. В нем будут рассмотрены потенциальные потребители. Для сравнения конкурентно технических решений сделаем оценочную карту. Оценку слабых и сильных сторон проекта проанализируем через SWOT-анализ.

Рассчитаем бюджет на реализацию проекта, а так же построим график Ганта. Определим ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В данной работе разрабатывается технологический процесс изготовления вала. Готовым продуктом является «Вал 1» с годовой программой выпуска $N=4500$ шт. Ориентирован на машиностроительный рынок. Продукцию машиностроение можно разделить на такие сегменты как на продукцию для гражданского, военного и государственного назначения. В рассматриваемой работе мы будем ориентироваться на продукцию гражданского назначения. Так же в будущем для предприятия привлекательны будут такие сегменты рынка как военного и государственного назначения.

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений поможет внести коррективы в проект, чтобы успешно противостоять конкурентам. При проведении данного анализа необходимо оценить сильные и слабые стороны конкурентов (K_{K1} - ООО «СМК») (K_{K2} - ООО «Авантаж»).

Для этого составлена оценочная карта (Таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
3. Энергоэкономичность	0,1	4	3	3	0,2	0,3	0,3
4. Надежность	0,05	4	4	4	0,4	0,2	0,2
5. Безопасность	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
6. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
7. Простота эксплуатации	0,1	3	3	3	0,3	0,3	0,3
8. Качество интеллектуального интерфейса	0	4	3	3	0	0	0
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	3	4	4	0,3	0,4	0,4
2. Уровень проникновения на рынок	0,02	3	4	4	0,06	0,08	0,08
3. Цена	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	4	2	0,4	0,4	0,2
5. Послепродажное обслуживание	0,01	2	2	1	0,02	0,02	0,01
6. Срок выхода на рынок	0,01	2	2	2	0,02	0,02	0,02
7. Наличие сертификации разработки	0,01	4	3	3	0,04	0,03	0,03
Итого	1	54	49	44	3,64	3,35	3,04

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (3.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Разработка:

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 54 \cdot 3,64 = 196,56$$

Конкуренты:

$$K1 = \sum B_i \cdot B_i = 49 \cdot 3,35 = 164,15$$

$$K2 = \sum B_i \cdot B_i = 44 \cdot 3,04 = 133,76$$

Итог анализа проекта показывает, что данная работа конкурентоспособна. Разработанная технология изготовления вала является удобной в эксплуатации и повышает производительность труда, а так же снизит ее стоимость.

3.1.3 SWOT-анализ

Для качественной оценки слабых, сильных сторон, а так же возможностей и угроз во внутренней и внешней среде проекта по изготовлению вала выполним SWOT-анализ.

Таблица 3.2 – SWOT-анализ проекта

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	<p>С1. Использование высокопроизводительного оборудования.</p> <p>С2. Использование современного программного обеспечения.</p> <p>С3. Не большой парк станков</p> <p>С4. Актуальность проекта</p> <p>С5.Использование надежного оборудования.</p>	<p>Сл1. Дорогостоящее оборудование.</p> <p>Сл2. Низкий коэффициент использования материала.</p> <p>Сл3. Развитие новых технологий</p> <p>Сл4. Отсутствие квалифицированного персонала.</p> <p>Сл5.Большой срок доставки комплектующих для оборудования.</p>
<p>В1. Возможность автоматизации технологического процесса</p> <p>В2. Уменьшение себестоимости выпускаемой продукции</p> <p>В3. Удешевление цен на сырью.</p> <p>В4. Снижение цен на комплектующие для оборудования.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Использование сильных сторон для максимизации возможностей» показали следующие сильно зависящие взаимосвязи В1С1С2С5;В2С1С2С3С5;В4С1С2С3С5. Возможности автоматизации улучшит результат по использованию высокопроизводительного оборудования, что в свою очередь может снизить себестоимость продукции.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и возможности» показали следующие сильно зависящие взаимосвязи: В1Сл1Сл2Сл3Сл5. Таким образом возможность автоматизации и уменьшение себестоимости, помогут покрыть расходы на дорогостоящие оборудование.</p>
<p>У1. Появление новых конкурентных технологий</p> <p>У2. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции</p> <p>У3. Повышение цен на металлообрабатывающие оборудование.</p> <p>У4. Падение спроса на технологию.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и угрозы» показали следующие сильно зависящие взаимосвязи: У1С2С4; У2С4С5;У3С4;У4С1С4 С повышением цен на станки минимизируем угрозу за счет использования надежного оборудования, малого парка станков, а также из-за использования высокопроизводительного оборудования.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и угрозы» показали следующие сильно зависящие взаимосвязи У1Сл1Сл4; У2Сл1Сл2;У3Сл1;У4Сл5 Повышение цен на металлообрабатывающие станки ухудшит положения в связи с и так дорогим оборудованием используемым проектом.</p>

Таблица 3.3 - Интерактивная матрица

Сильные стороны						
Возможности		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	+	+	-	0	+
	В2	+	+	+	0	+
	В3	0	0	0	0	0
	В4	+	+	+	0	+

Слабые стороны						
Возможности		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	В1	+	+	-	+	+
	В2	-	-	0	-	-
	В3	-	-	0	0	0
	В4	-	0	0	0	-

Сильные стороны						
Угрозы		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	+	-	+	-
	У2	0	-	-	+	+
	У3	0	0	-	+	-
	У4	+	0	-	+	0

Слабые стороны						
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	-	-	+	0
	У2	+	+	-	-	-
	У3	+	-	-	-	+
	У4	+	-	-	-	-

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Составим перечень этапов, в рамках проектировании технологического процесса «Вал 1» и проведем распределение исполнителей по видам работ.

Таблица 3.4 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник
	3	Составление маршрута техпроцесса	Студент-дипломник
	4	Расчет припусков	Студент-дипломник
	5	Выбор средств технологического оснащения	Студент-дипломник
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Расчет режимов резания	Студент-дипломник
	7	Нормирование переходов	Студент-дипломник
Обобщение и оценка результатов	8	Размерный анализ	Студент-дипломник
Разработка технической документации и проектирование	9	Проектирование приспособления	Студент-дипломник
	10	Разработка карт наладок	Руководитель, Студент-дипломник
Оформление отчета, но НИР (комплекта документации по ОКР)	11	Составление пояснительной записки	Студент-дипломник

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости работ используется следующая формула (3.2) [7,с.20]:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5} \quad (3.2)$$

где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\text{min}i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\text{max}i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дни.

Определим продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями по формуле (3.3) [7,с.20]:

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i} \quad (3.3)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дни.:

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Полученный расчет приведем в таблицу (3.5).















Таблица 3.5 - Временные показатели

Название работ	Трудоемкость работ						Т _{pi}	
	t _{min i} чел.-дни		t _{max i} чел.-дни		t _{ож i} чел.-дни			
	Руководитель	Ст-дипломник.	Руководитель	Ст-дипломник	Руководитель	Ст-дипломник	Руководитель	Ст-дипломник
Составление и утверждение технического задания	3	-	5	-	3,8	-	3,8	-
Подбор и изучение материалов по теме	5	5	7	7	7,8	7,8	3,9	3,9
Составление маршрута техпроцесса	-	12	-	14	-	12,8	-	12,8
Расчет припусков	-	12	-	14	-	12,8	-	12,8
Выбор средств технологического оснащения	-	10	-	12	-	10,8		10,8
Расчет режимов резания	-	10	-	12	-	10,8	-	10,8
Нормирование переходов	-	4	-	6	-	4,8	-	4,8
Размерный анализ	-	8	-	10	-	10,8	-	10,8
Проектирование приспособления	-	4	-	6	-	4,8	-	4,8
Разработка карт наладок	-	10	-	12	-	10,8	-	10,8
Составление пояснительной записки	-	8	-	10	-	8,8	-	8,8

3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Построим горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения работ.

Таблица 3.6 - График Ганта

№	Вид работ	Исполнители	T _{ki}	Продолжительность выполнения работ																	
				февр.			март			апрель			май			июнь					
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	6																		
2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, Студент-дипломник	6	 																	
3	Составление маршрута техпроцесса	Студент-дипломник	19																		
4	Расчет припусков	Студент-дипломник	19																		
5	Выбор средств технологического оснащения	Студент-дипломник	16																		
6	Расчет режимов резания	Студент-дипломник	16																		
7	Нормирование переходов	Студент-дипломник	7																		
8	Размерный анализ	Студент-дипломник	16																		
9	Проектирование приспособления	Студент-дипломник	7																		
10	Разработка карт наладок	Студент-дипломник	16																		
11	Составление пояснительной записки	Студент-дипломник	13																		
 			Руководитель Студент-дипломник																		

Срок выполнения проекта составит 141 день.

3.3 Бюджет затрат на реализацию проекта

При планировании бюджета необходимо учитывать все виды расходов, которые связаны с его выполнением. В процессе формирования бюджета проекта используется следующая группа затрат:

- материальные затраты проекта;
- основная и дополнительная заработная плата исполнителей проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

3.3.1 Расчет материальных затрат на проектирования технологического процесса изготовления «Вал 1»

К материальным затратам относятся: приобретаемые со стороны сырье и материалы, покупные материалы, канцелярские принадлежности и т.д., а так же учитываем транспортные расходы в размере 15% от суммы товара.

Таблица 3.7 – Материальные затраты

Наименование	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы (15% транспортные расходы)
1. Картриджи для принтера	1	1500	1725
2. Бумага	300	0,5	172,5
3. Ручки	2	15	34,5
4.Степлер	1	160	184
Итого:			2116

3.3.2 Расчет заработной платы исполнителей проекта

Статья включают в себя основную заработная плата работников (премии, доплаты) и дополнительную заработную плату формула (3.4) [7,с.26]:

$$З_{зп}=З_{осн}+З_{доп} \quad (3.4)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20% от $З_{осн}$).

Основная заработная плата работника рассчитывается по формуле (3.5) [7, с.26]:

$$З_{осн}=З_{дн} \cdot Т_p \quad (3.5)$$

где $Т_p$ – продолжительность работ, выполняемых исполнителем проекта, раб. дн. (таблица);

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная рассчитывается по формуле (3.6) [7, с.27]:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d} \quad (3.6)$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 28 раб. дней $M=11$ месяцев, 5-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей проекта, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле (3.7) [7, с.27]:

$$З_m=З_{тс} \cdot (1+k_{пр}+k_d) \cdot k_p \quad (3.7)$$

где $З_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от);

k_d – коэффициент доплат и надбавок, принимаем 0,5;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 3.8 - Расчет заработной платы

Исполнители	$З_{тс}$ руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	$З_m$ руб.	$З_{дн}$ руб.	$Т_p$ дн.	$З_{осн}$	$З_{доп}$	Итого, руб.
Руководитель	351200	0,3	0,5	1,3	82180	2935	12	35220	4226	39446
Студент	26300	0,3	0,5	1,3	61542	2197	135	296595	35591	332186

3.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В этой статье расходов отражены обязательные отчисления по установленным законодательством РФ нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы (3.8) [7,с.29]:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) \quad (3.8)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2019 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30 %. Расчет приведен в таблице (3.9)

Таблица 3.9 - Расчет отчислений

	$З_{внеб}$ руб.
Руководитель	11833,8
Студент-дипломник	99655,8

3.3.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают затраты которые не попали в предыдущие статьи расходов таки как: оплата услуг связи, электроэнергия, печать и т.д.

Рассчитаем по формуле (3.9) [7,с.31]:

$$З_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{нр} \quad (3.9)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы (16%)

$$З_{накл} = (39446 + 332186 + 11833,8 + 99655,8 + 2116) \cdot 0,16 = 76998 \text{ руб.}$$

3.3.5 Формирование бюджета

Рассчитанная величина затрат проекта это основа для формирования бюджета затрат, который при заключении договора с заказчиком защищается организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технической продукции. Расчет бюджета затрат приведём в таблицу (3.10)

Таблица 3.10 - Расчет бюджета затрат

Наименование	Сумма руб.
1.Материальные затраты	2116
2.Полная заработная плата исполнителей	371632
3.Отчисление в не бюджетные фонды	111488
4.Накладные расходы	76998
5.Бюджет затрат	562234

3.4 Определение ресурсной ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности разрабатываемого проекта.

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом по формуле(3.10) [7,с.32]:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (3.10)$$

где I_{pi} - интегральный показатель ресурсоэффективности для i-го варианта исполнения разработки;

a_i - весовой коэффициент i-го варианта исполнения разработки;

b_i - балльная оценка i-го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности проведём в форме таблицы (табл. 3.11) (Исп 2 - ООО «СМК») (Исп 3 - ООО «Авантаж»).

Таблица 3.11 - Оценка характеристик проекта

Критерии	Исп 1	Исп 2	Исп 3	Весовой коэффициент параметра
1.Материалоемкость	4	5	5	0,15
2.Энергосбережение	5	3	4	0,15
3.Гибкость	5	3	2	0,35
4.Стоимость проекта	4	4	3	0,35
Итог :	4,5	3,65	3,1	1

Вывод

В результате проведен анализ конкурентоспособности и SWOT-анализ проекта, которые выявили его сильные и слабые стороны. Произведено планирование проекта и построен график Ганта; по итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 141 дня.

Бюджет затрат на реализацию проекта составил 562234 рублей. Показатель ресурсоэффективности (4,5) говорит об эффективной реализации проекта. На основании полученных результатов выявлено, что реализация данного проекта является экономически целесообразной.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л51	Гонтову Алексею Васильевичу

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема работы: Проектирование технологического процесса изготовления детали «Вал1»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Объектом исследования является рабочее место работника-цех. Рабочее место состоит из станков, мест для операторов, мест для комплектующего оборудования и т.д. Область применения: автоматизация технологического процесса
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся на рабочем месте "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020). СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.
2. Производственная безопасность 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов. 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Анализ выявленных вредных и опасных факторов: Отклонение параметров микроклимата в помещении; Повышенный уровень шума; Недостаточная освещенность рабочей зоны; Вредные вещества; Опасность поражения электрическим током.
3. Экологическая безопасность:	Защита и область воздействия на атмосферу, гидросферу и литосферу.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Вероятные ЧС на объекте, аварии на тепло и электросетях, пожар.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.03.2020
--	------------

Задание выдал кандидат технических наук, доцент:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Белоев Е.В.	канд. техн. наук		16.03.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л51	Гонтов А.В.		16.03.2020

4 Социальная ответственность

Объектом исследования является проектирование технологического процесса по изготовлению «Вал 1». Географическое место предполагаемых работ город Томск.

Целью раздела является принятие проектных решений, исключающих несчастные случаи на производстве, и снижение вредных воздействий на окружающую среду.

В связи с поставленной задачей, в разделе рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, в соответствии с Трудовым кодексом, санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами (СанПиН), а также другими правовыми документами.

Выполнен анализ опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды по проектированию технологического процесса изготовления «Вал 1».

Выявлены предполагаемые источники загрязнения окружающей среды. Приведён краткий анализ возможных чрезвычайных ситуаций (ЧС).

4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Общие требования к проектированию рабочих мест регулируются Трудовым кодексом, санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами (СанПиН), а также другими правовыми документами. Государственным гарантом трудовых прав и свобод граждан, создания благоприятных условий труда, защиты прав и интересов работников и работодателей является "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020).

Рабочее место по изготовлению технологического процесса «Вал 1» должно соответствовать следующим требованиям, а именно:

1) Площадь на одно рабочее место должна составлять не менее 6,0 кв. м., а объем не менее 20,0 куб. м (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03)

2) Для внутренней отделки интерьера помещений должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка — 0,7-0,8; для стен — 0,5-0,6; для пола — 0,3-0,5. (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03)

3) Поверхность пола в помещениях эксплуатации должна быть ровной, без выбоин, нескользкой, удобной для очистки и для влажной уборки, обладать антистатическими свойствами (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03).

4) Рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество (ГОСТ 12.2.032-78).

5) Рабочий стул должен иметь дизайн, исключаящий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте (ГОСТ 12.2.032-78).

6) Помещения должны иметь естественное и искусственное освещение (СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*).

7) Конструкция всех элементов производственного оборудования, с которыми человек в процессе трудовой деятельности осуществляет непосредственный контакт, должна соответствовать его антропометрическим свойствам (ГОСТ 12.2.049-80).

На работах с вредными и опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, работникам бесплатно выдаются прошедшие обязательную сертификацию или декларирование соответствия специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты, а также смывающие или обезвреживающие средства в соответствии с типовыми нормами, которые устанавливаются в порядке, определяемом Правительством Российской Федерации (Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020).

Для предупреждения заболеваний, связанных с работой на станке необходима рациональная организация труда и отдыха, которая нормируется в соответствии с санитарными правилами.

4.2. Производственная безопасность

Таблица 4.1 – Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды по изготовлению «Вал 1».

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений[15].
2. Превышение уровня шума		+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности[16]. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация[17].
3. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[18].
4. Отсутствие или недостаток естественного света		+	+	

Продолжение таблицы 4.1

5. Вредные вещества		+	+	ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности[19].
6. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.		+		ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов[20]. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление[21].

4.2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов

Отклонение показателей микроклимата на проектируемом рабочем месте по изготовлению детали «Вал 1» могут стать такие источники как; неисправно работающая вентиляция, система отопления, кондиционирования и нарушение теплоизоляции нагревательных поверхностей.

Воздействие нагревающего микроклимата может привести к заболеванию общего характера, которое проявляется в виде теплового коллапса. Он возникает вследствие расширения сосудов и уменьшения давления в них крови. Охлаждение человека (как общее, так и локальное) приводит к изменению его двигательной реакции, нарушает координацию и способность выполнять точные операции, вызывает тормозные процессы в коре головного мозга, что может быть причиной возникновения различных форм травматизма. При локальном охлаждении кистей снижается точность выполнения рабочих операций.

СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений оптимальные значения:

- температура воздуха (20–23 С),
- влажность (40–60 %) и скорость движения воздуха (0,1–0,2 м/сек.),
- атмосферное давление (750 мм рт. ст.),
- тепловое излучение от нагретых поверхностей

К средствам индивидуальной защиты (СИЗ) можно отнести специальную одежду, обувь, изготовленную в соответствии с требованиями государственных стандартов, а к коллективным средствам защиты (СКЗ) систему отопления, вентиляции и кондиционирования помещений.

Производственный шум возникает в процессе обработки детали «Вал 1» на токарных, фрезерных и шлифовальных станках. Он неблагоприятно действует на человека и является общебиологическим раздражителем. Шум вызывает снижение слуха, нарушение сна, головокружение, головные боли, изменение в сердечно-сосудистой, иммунной, нервной систем (санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96). Недопустимые уровни шума:

- низкочастотный (16–500 Гц) – свыше 100 дБ,
- среднечастотный (500–5000 Гц) – свыше 85 дБ,
- высокочастотный (5000–20000 Гц) – свыше 80 дБ

Для снижения значений до допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ:

1. Средства коллективной защиты (шторы, маты, шумоизоляционные боксы для оборудования и звукоизолирующие кабины для персонала).
2. Средства индивидуальной защиты (наушники, беруши, антифоны).

Недостаточная освещенность рабочей зоны.

Возникает из-за неправильного проектирования производственного помещения и недостаточно установленного местного освещения. Приводит к снижению зрения, вызывает усталость центральной нервной системы, в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов. Освещенность рабочего стола по проектированию изготовления

технологического процесса «Вал1» должна быть не менее 300÷500 лк [по СанПиН 23-05-95].

К средствам СИЗ и КСЗ относятся светорассеивающие стекла, оборудование с регулируемыми устройствами типа жалюзи, занавесей и др.

Вредные вещества. При проектировании рабочего места по изготовлению «Вал 1» основными вредными производственными факторами являются: пары смазочно-охлаждающих жидкостей и технологических смазок, абразивная и металлическая пыль, выделяющиеся в процессе станочной обработки металлов резанием.

Предельно допустимые концентрации в воздухе;

- Сероводород (0,008 мг/м³);
- Хлористый водород (0,05 мг/м³);
- Соединение трехвалентного хрома (0,0015 мг/м³).

Средствами защиты от вредных веществ могут служить: автоматизация и дистанционное управление технологическими процессами, механическая вентиляция помещения, герметизация оборудования, СИЗ (респираторы, спецодежда, перчатки, защитные очки и др.)

Опасность поражения электрическим током. Возникает в результате соприкосновения с электрической цепью способной вызвать протекание тока по попавшей под напряжение части тела. Воздействие электрического тока может быть от легкого, едва ощутимого судорожного сокращения мышц пальцев рук, до прекращения работы сердца или легких, т. е. летальный исход. Безопасные номиналы: $U=12-36$ В, $I=0,1$ А, $R=4$ Ом. Ощутимый (0,6-1,5 мА) – ощущается слабый зуд, при длительном действии вызывает неуверенность и ошибки в действиях. Неотпускающий (10-15 мА) вызывает сильную боль, судороги. Фибрилляционный (100 мА и более) глубоко проникает и воздействует на мышцы сердца.

СИЗ - диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с

изолирующими рукоятками. КСЗ - диэлектрические коврики и дорожки, защитные ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.).

4.2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия

Основными мероприятиями по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях по изготовлению «Вала 1» являются: обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

Для снижения шума в производственных помещениях применяют различные методы: уменьшение уровня шума в источнике его возникновения; звукопоглощение и звукоизоляция; рациональное размещение оборудования; применение средств индивидуальной защиты.

Правильное проектирование освещения производственных помещений, установка местного освещения. Местное освещение не должно создавать бликов на экране, для этого необходимо ограничить отраженную блёскость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура) за счет правильного выбора и расположения светильников, яркость бликов на экране не должна превышать 40 кд/м². Светильники местного освещения должны иметь непросвечивающий отражатель.

Одним из главных мероприятий по достижению оптимального состава воздуха в производственных цехах является правильный воздухообмен в помещении. Для этого местные вытяжные системы, удаляющие от станков пыль и аэрозоль СОЖ, должны быть отдельными и снабжены сепараторами с дренажными устройствами.

Для выполнения требований по электробезопасности для проектируемого рабочего места по изготовлению «Вала 1» с электроустановками с номинальным напряжением до 1000В (помещения без повышенной опасности) применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного

прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Дополнительными электрозащитными средствами являются: диэлектрические боты, сапоги, диэлектрические резиновые коврики, дорожки и изолирующие подставки.

Диэлектрические боты, галоши и сапоги применяют для изоляции человека от основания, на котором он стоит. Боты применяют в электроустановках любого напряжения, а галоши и сапоги — только при напряжении до 1000 В.

Изолирующие подставки также изолируют человека от грунта или пола. В электроустановках напряжением до 1000 В изолирующие подставки выполняют без фарфоровых изоляторов, а выше 1000 В — обязательно на фарфоровых изоляторах.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы: защитное заземление, зануление, защитное отключение, изоляцию нетоковедущих частей, электрическое разделение сети, малое напряжение, контроль изоляции.

4.3. Экологическая безопасность

Защита атмосферы. При механической обработке материалов в процессе изготовления детали «Вал 1» образуется пыль, стружка, а так же туман (испарения СОЖ), которые выводятся наружу при помощи системы вентиляции, что отрицательно воздействует на атмосферу.

1. Чтобы предотвратить попадание механических примесей в вентиляционные выбросы, необходимо оборудовать вентиляцию специальными фильтрами (из волокна) и аппаратами пылеулавливания (мокрого и сухого).

2. Для очистки газовой составляющей вентиляционных выбросов, нужно использовать специальные конденсаторы, которые будут охлаждать воздушные смеси (ниже точки росы).

3. Защита от мелкой пыли, стружки и выбросов вредных газов осуществляется вытяжными трубами (отсосами). Воздух, проходит через фильтры, очищается, а пыль и грязь поступают в отходы и утилизируется.

Защита литосферы. Основными источниками загрязнения являются промышленные отходы: индустриальные масла, металлическая стружка, отработанная СОЖ, бумага, строительные отходы, остатки сырья.

По агрегатному состоянию отходы разделяются на твердые и жидкие. Кроме того, отходы разделяются на горючие и негорючие, прессуемые и не прессуемые.

При сборе отходы должны разделяться по признакам, указанным выше. После сбора отходы подвергаются переработке, утилизации и захоронению. Перерабатываются такие отходы, которые могут быть полезны.

Утилизация представляет собой переработку отходов, имеющую целью использование полезных свойств отходов или их компонентов. В этом случае отходы выступают в качестве вторичного сырья.

Захоронение отходов - это изоляция отходов, не подлежащих дальнейшей утилизации, в специальных хранилищах, с целью предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду.

Переработка отходов – важнейший этап в обеспечении безопасности жизнедеятельности, способствующий защите окружающей среды от загрязнения и сохраняющий природные ресурсы. Широкое распространение получила термическая переработка отходов (пиролиз, плазмолиз, сжигание) с последующим использованием теплоты. Мусор сжигающие заводы должны оборудоваться высокоэффективными системами пыле- и газоочистки, так как существуют проблемы с образованием газообразных токсичных выбросов.

Отходы, не подлежащие переработке и дальнейшему использованию, подвергаются захоронению на полигонах. Полигоны должны располагаться

вдали от водоохраных зон и иметь санитарно-защитные зоны. В местах складирования выполняется гидроизоляция для исключения загрязнения грунтовых вод.

При переработке твердых бытовых отходов широко используются методы биотехнологии: аэробное компостирование, анаэробное компостирование или анаэробное сбраживание.

Защита гидросферы. Наиболее распространенными химическими загрязнителями являются нефть и нефтепродукты, СПАВ, пестициды, тяжелые металлы, диоксины, фенолы, аммонийный и нитритный азот и др. Механическое загрязнение характеризуется попаданием в воду различных механических примесей (песок, ил и др.).

Для сведения к минимуму загрязнения сточных вод при проектировании технологического изготовления «Вал 1», все стоки оборудуют специальными фильтрами (задерживающими масла, кислоты и грязь). Очистка вод производится в отстойниках, шлаконакопителях. Воды, которые прошли очистку, используются в оборотном водоснабжении.

4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Данное проектируемое рабочее место находится в городе Томске. Наиболее вероятные ЧС на объекте, в данном случае, аварии на тепло и электросетях, пожар.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди рабочего персонала. В случае промерзания трубопроводов должны быть предусмотрены запасные обогреватели или подогревающий контур. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

Для предотвращения причин возникновения пожара в помещениях, установлена пожарная охрана, включающая в себя: датчики задымленности, кнопки экстренного вызова. Так как есть вероятность возгорания масла или керосина в цехе или электрооборудования, то с целью предотвращения повреждения оборудования, при тушении будут использованы углекислотные огнетушители. В зимнее время года помещение отапливается через центральное отопление города, но в случае аварии, должен быть предусмотрен электрический или газовый котел (если в здании проведена газовая магистраль).

Вывод

Целью данного раздела являлось выполнение требования, при проектировании рабочего места по изготовлению детали «Вал 1», обеспечивающего безопасные, комфортные условия для работы, предотвращение возникновения профессиональных заболеваний и несчастных случаев.

А так же рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, в соответствии с Трудовым кодексом, санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами (СанПиН), а также другими правовыми документами.

Выполнен анализ опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды. Таких как: отклонение показателей микроклимата; вредные вещества; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; превышение уровня шума; недостаточная освещенность рабочей зоны.

При выполнении работ по изготовлению детали «Вал 1» выявлены предполагаемые источники загрязнения окружающей среды. Приведен краткий анализ возможных чрезвычайных ситуаций, выявивший вероятные ситуации на объекте, а именно: пожар, аварии на тепло и электросетях.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе был спроектирован технологический процесс изготовления детали «Вал 1» для мелкосерийного производства. В проекте выбраны универсальные станки с ЧПУ. В результате мы получаем достаточно компактный парк станков и гибкую станочную систему.

Разработанный маршрут последовательности обработки обеспечивает заданную конструктором точность, а так же сокращение основного (технологического) времени на обработку детали в результате использования высокопроизводительных станков с ЧПУ.

Выбранное приспособление достаточно простое и недорогое, и при этом позволяет получить требуемую точность изготовления. Это подтверждает выполненный расчет точности приспособления.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективности и ресурсосбережения» проведен анализ конкурентоспособности проекта, который показал, что разработанная технология изготовления вала является удобной в эксплуатации и повышает производительность труда, а так же снизит ее стоимость. По итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 141 дня и его бюджет затрат на реализацию проекта составил 370000 рублей. На основании полученных результатов выявлено, что реализация данного проекта является экономически целесообразной.

В разделе социальной ответственности предложены меры при проектировании рабочего места по изготовлению детали «Вал 1» которые, обеспечивают безопасные, комфортные условия для работы, предотвращая возникновения профессиональных заболеваний и несчастных случаев.

Список используемых источников

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Выш. Школа, 1983. – 256 с.
2. Радкевич Я. М. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении. – М.: Выш. Школа, 2007г. -274с.
3. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. -352 с.
4. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Том 2. Под редакцией А.М. Дальского, А.Г.Суслова, А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. 4- е издание, исправл.- М.,Машиностроение-1, 2003. 944 с.,ил.
5. Михеевич Е.П. Технология машиностроения. – Институт дистанционного образования. – 112 с.2010г.
6. Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособления – Мн.: Выш. Школа, 1986-241с.
7. Видяев, И.Г. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
8. Дмитриев В.А., Немыткин С.А Расчет приспособления на точность. Учебное пособие. Самара СГТУ 2009г. 92 с.
9. Производственный менеджмент: учебник для бакалавров / под ред. И.Н. Иванова. – М.: Юрайт, 2013. – 574 с. 99
10. Червач Ю.Б., Охотин И.С. Технические измерения в машиностроении. Учебное пособие. Томск ТПУ 2012г. 88 с
11. Белов Н.А. Безопасность жизнедеятельности – М.: Знание, 2000-364с.
12. Грачёв, Николай Николаевич. Защита человека от опасных излучений / Н. Н. Грачёв, Л. О. Мырова. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. — 317 с.

13. Жуков В.И. Защита и безопасность в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие / В. И. Жуков, Л. Н. Горбунова; Сибирский федеральный университет (СФУ). — Москва; Красноярск: Инфра-М Изд-во СФУ, 2014. — 392 с.
14. Охрана труда в машиностроении: Учебник для машиностроительных вузов. Под ред. Е.Я. Юдина и С.В. Белова. -М.: Машиностроение, 1983 г.
15. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
16. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
17. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
18. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.
19. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
20. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
21. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.

Приложение А

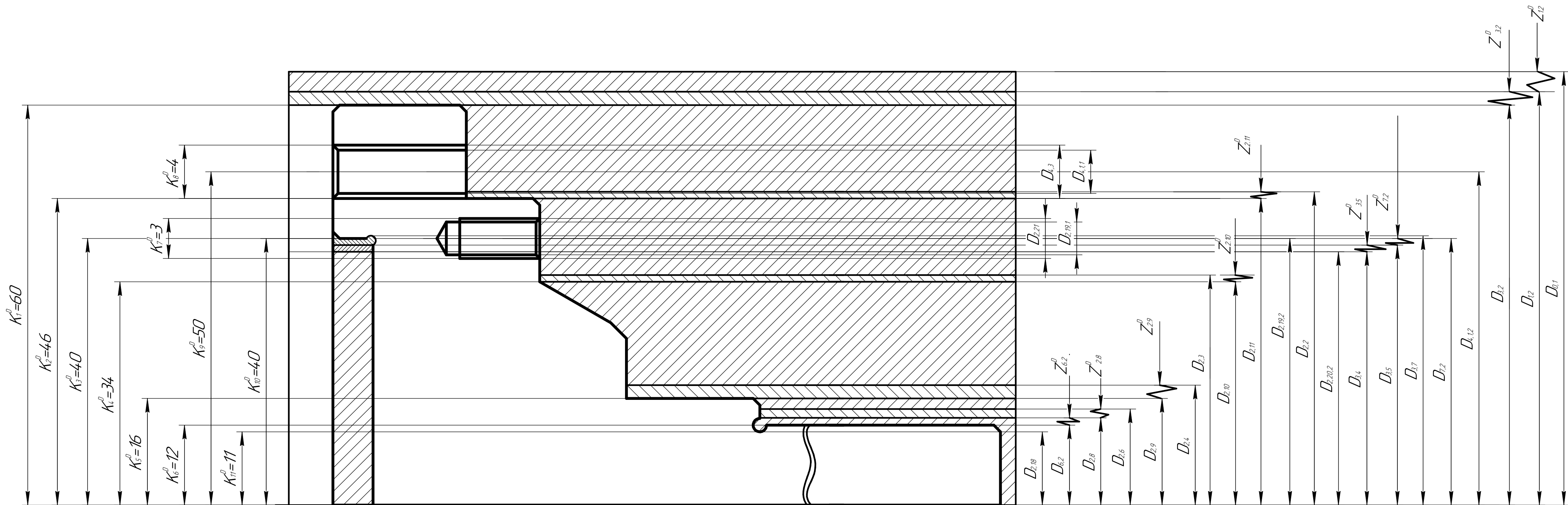
Графическая часть к ВКР

Проектирование технологического процесса изготовления
детали «Вал 1»

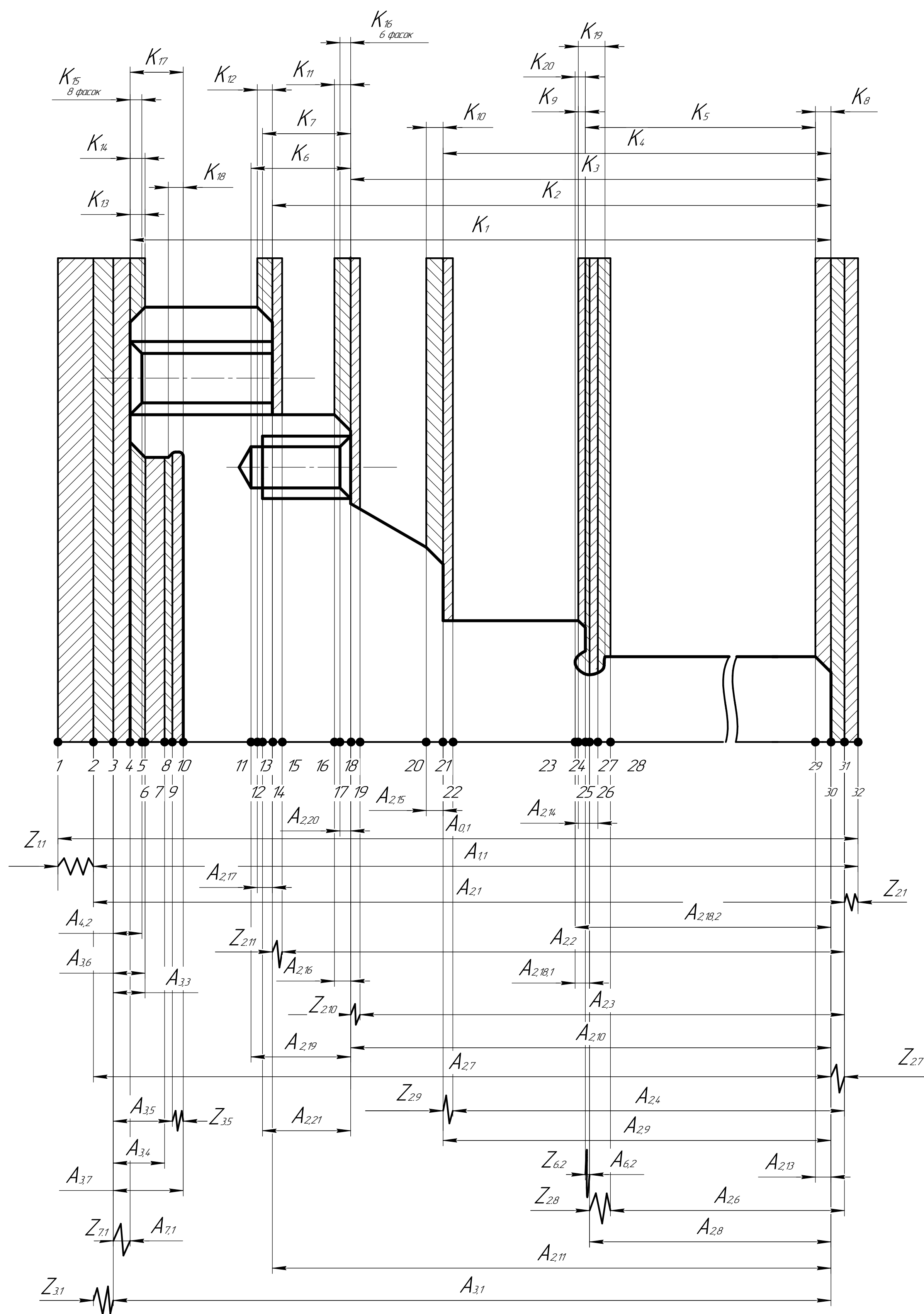
Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справа №	Перед. примен.
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	----------	----------------

ИШНПТ-8/15104.001

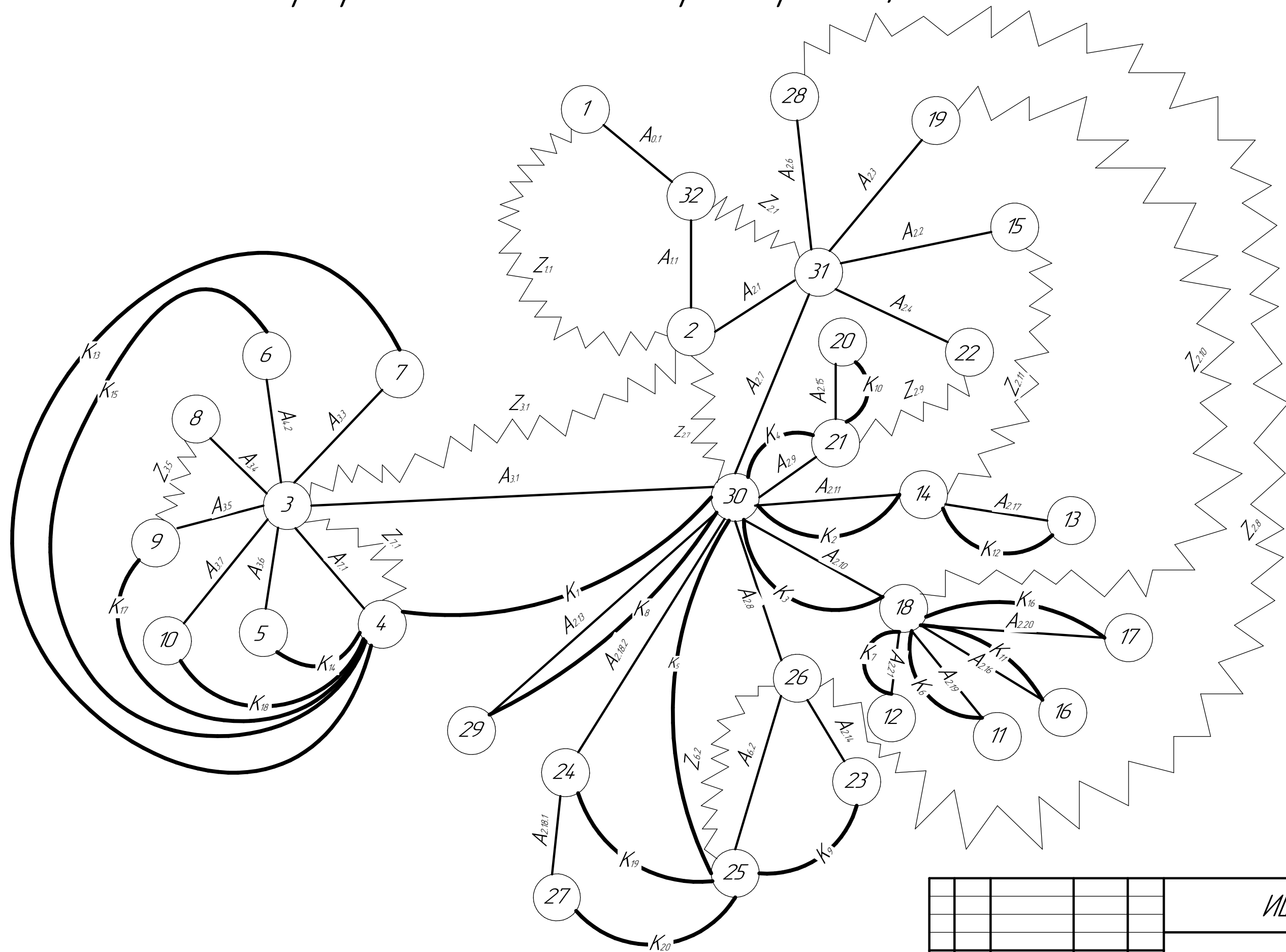
Схема диаметральных технологических размеров



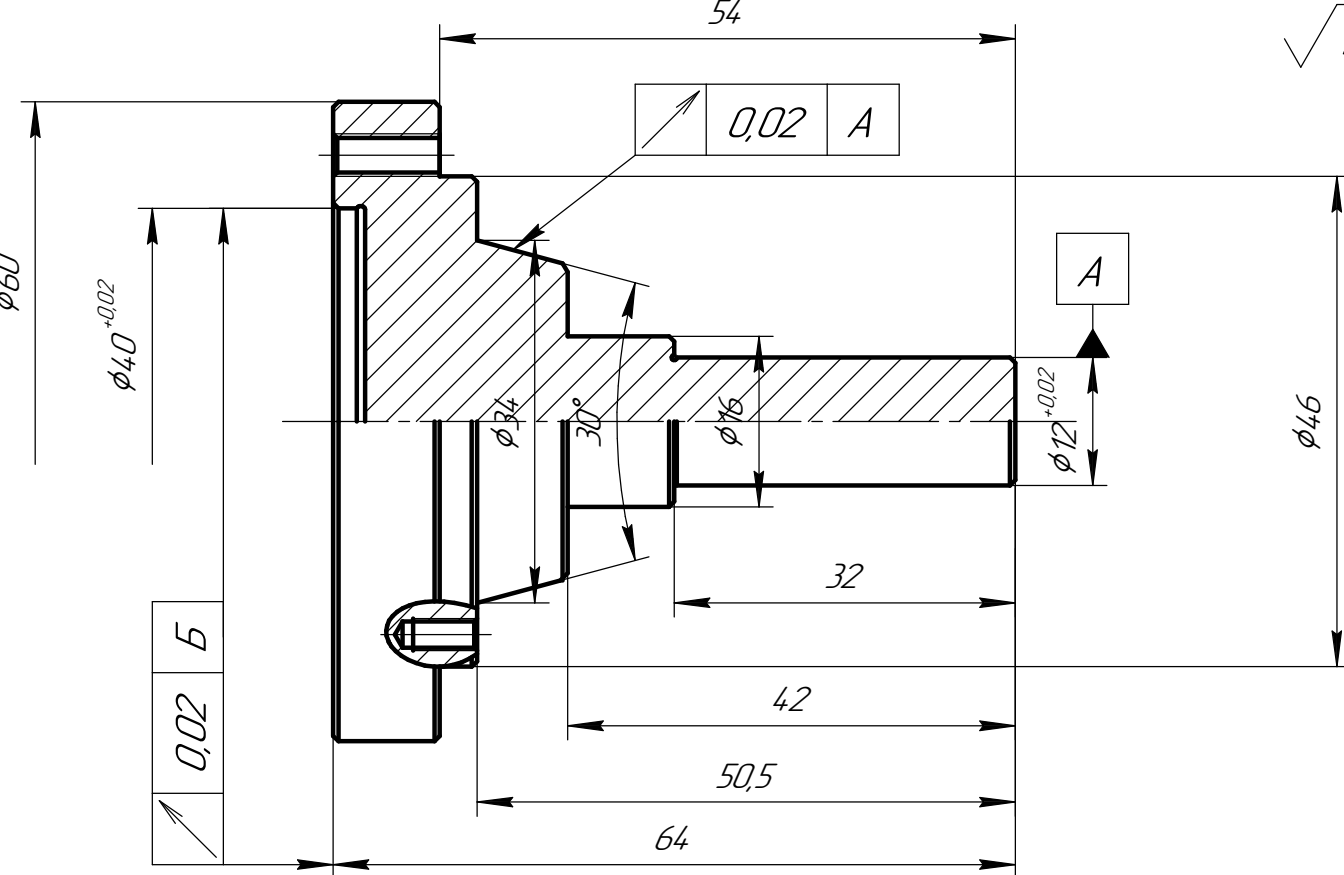
ИШНПТ-8/15104.001					
Изм. / лист	№ докум.	Подп.	Дата	Размерный анализ	
Разраб.	Гонимов А.В.		22.05.20		
Проб.	Алферова Е.А.		22.05.20		
Т.контр.					
Н.контр.					
Утв.					
				Лист	Масштаб
				1	1:1
				Лист	Масштаб
				1	1:1
				ТПУ ИШНПТ	
				Группа 3-8/151	
				Формат А2	

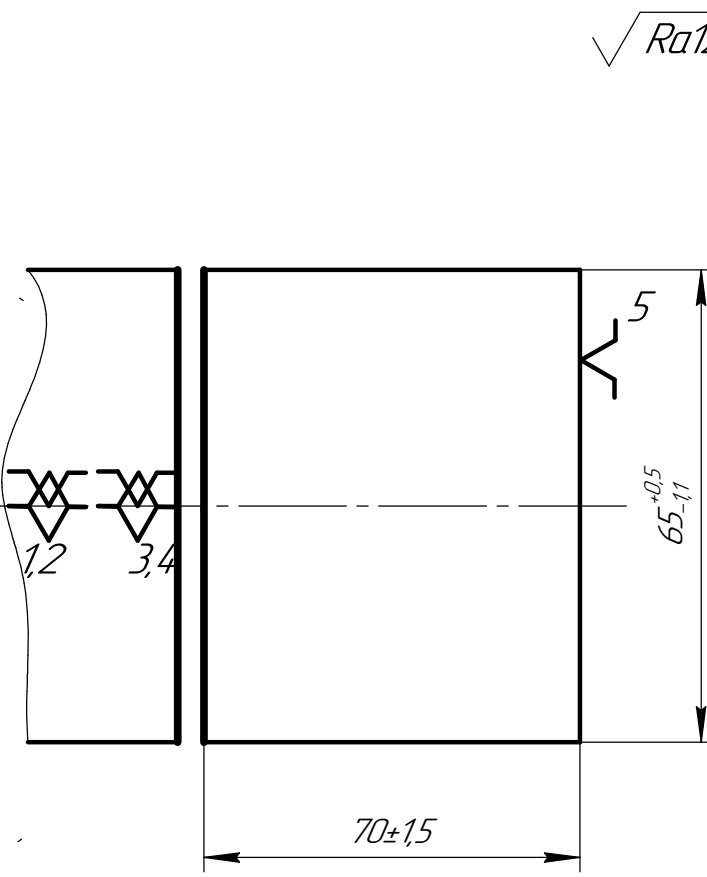
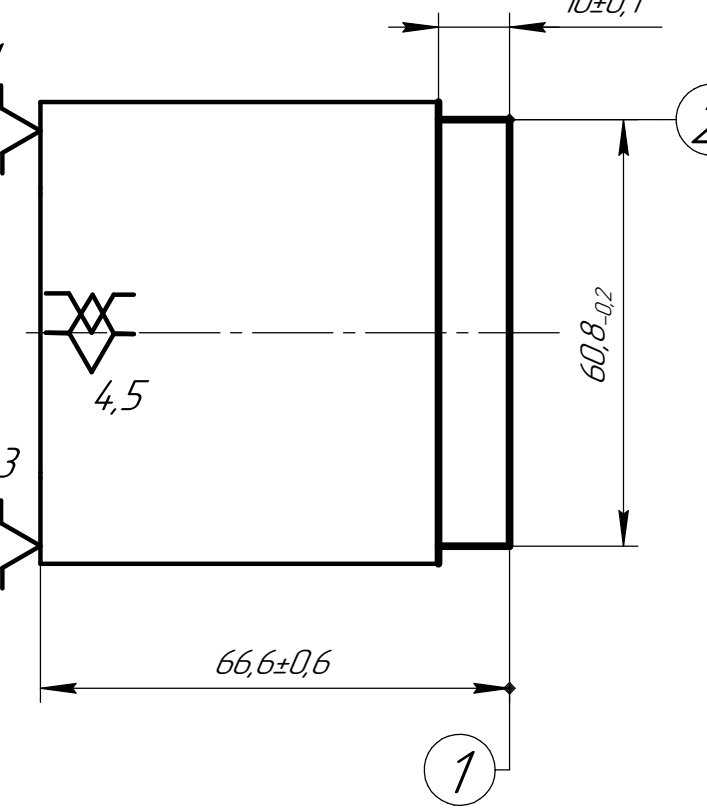
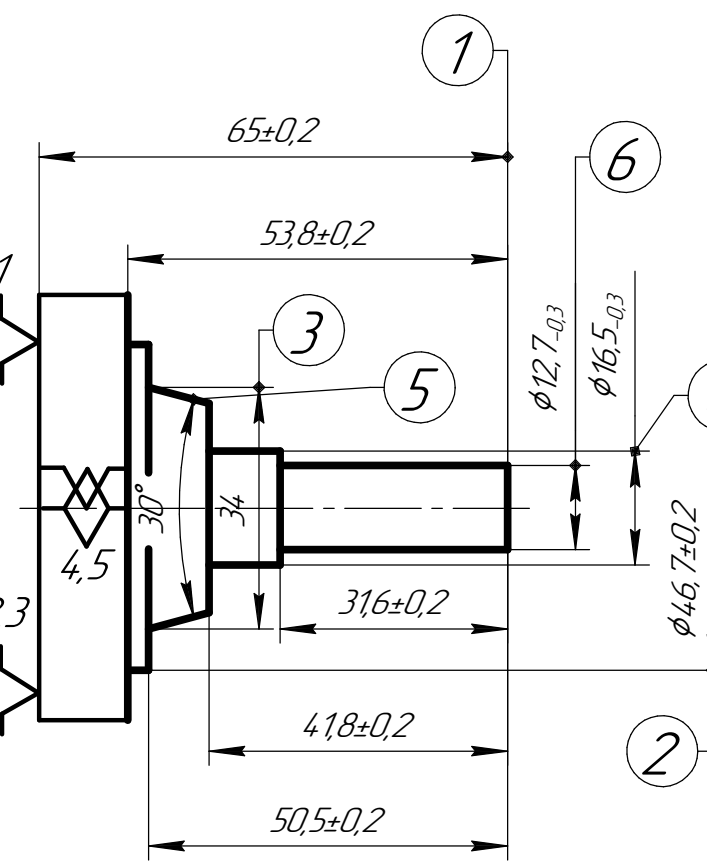


Граф технологических размерных цепей



					ИШНПТ-8/15104.002						
					Размерный анализ						
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист						Масштаб	Масштаб
Разработ	Генетов АВ		22.05.21								1:1
Проб/Исполн	Алехарова ЕА		22.05.21		Лист	Листов	1				
Исполн	Умб				ТТУ ИШНПТ Группа 3-8/151						

													Томский политехнический университет					ИИШПТ ОМ							
Карта технологического процесса													Литера												
Материал							Код ад- величины	Масса де- талл, кг	Заготовка																
Наименование, марка									Код и вид		Профиль Размеры								Кол		Масса, кг				
Сталь 40Х ГОСТ 4543-2013								0,35	Прокат						4500		0,65								

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие однажды обработ. деталей	Число работных ходов	Диаметр или ширина в направлении послещи, мм	Длина в на- правлении послещи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени							Разряд работы
операции	перехода					Подача							Частота об/мин	Скорость ре- зания, м/мин	То	Твс	Тпз	Тшт	Тшт.к			
						мм/об	мм/мин															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0	1	Заготовительная Отрезать заготовку выдерживая размер 70±15 мм		Ленточный станок Jet HVB5-912 50000435 T		Биметаллическое ленточное платно М4.2, 27 x 0.9 x 2655мм 4/6ПН.	Штангенциркуль ШЦЛ-125-0.05 ГОСТ 166-89		1	65	65			50		92	13	0,75	2,03	2,19	2,193	
1	1 2	Токарная с ЧПУ 1 Подрезать торец 1,выдержав размер 66,6±0,6мм 2 Точить поверхность 2, выдерживая размер 10±0,1 и φ60,8 _{0,2} мм		Токарный станок с ЧПУ Модель: SMES PL 1600M	Трёхкулачковый патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80	Резец проходной упорный 2103-1111 Т15К6 ГОСТ 18879-73	Штангенциркуль ШЦЛ-125-0.05 ГОСТ 166-89 Микрометрический глубиномер ГМ25-1 ГОСТ 7470-92		1	65	32,5	125	1	890	890	183	0,1	0,76	0,86	1,4	1,44	3
2	1 2 3 4 5 6	Токарная с ЧПУ 1 Подрезать торец 1, выдержав размер 65±0,2мм 2 Точить поверхность 2 выдержав размер 53,8±0,2 φ46,7±0,2 3 Точить поверхность 3 выдержав размер 50,5±0,2 φ34,7 _{0,2} 4 Точить поверхность 4 выдержав размер 41,8±0,2 φ16,5 _{0,1} 5 Точить коническую поверхность 5 выдержав размер 30° 6 Точить поверхность 6 выдержав размер 31,6±0,2 φ12,7 _{0,3}		Токарный станок с ЧПУ Модель: SMES PL 1600M	Трёхкулачковый патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80	Резец проходной 2110-4030 Т15К6 ГОСТ 18878-73 Резец проходной упорный 2103-1111 Т15К6 ГОСТ 18879-73	Инструментальный микрометр ИММЛ 200х75, Микрометр гладкий МК 25 ГОСТ 6507-90 Микрометрический глубиномер ГМ75-1 ГОСТ 7470-92, Микрометр гладкий МК 75 ГОСТ 6507-90,		1	65	32,5	15	0,7	450	640	132						
	6								6	46,7	53,84	17	1	620	620	127						
	3								3	34,7	50,5	2	0,5	375	750	82						
	6								6	16,55	4,184	1,5	0,75	1180	1570	82						
	2								2	34,7	7,5	1,5	0,75	610	820	82						
	2								2	12,74	31,68	1,5	0,75	1180	1570	82						

* Размер для справок

Изм

Лист

Разряд

Проб

Рисовод

Начерт

Учтб

№ докум

Гончак А.В

Андреева Е.А

Подп

Дата

22.05.20

22.05.20

ИИШПТ-8/15104.001

Карта технологического
процесса

Лит

Лист

Листов

1

1

3

ТПУ ИИШПТ

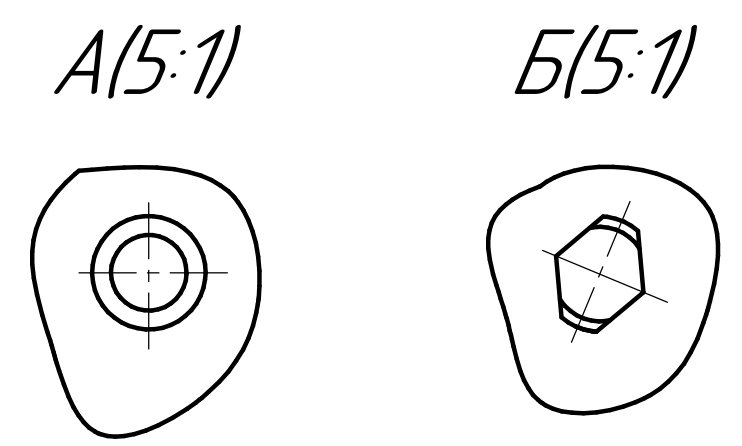
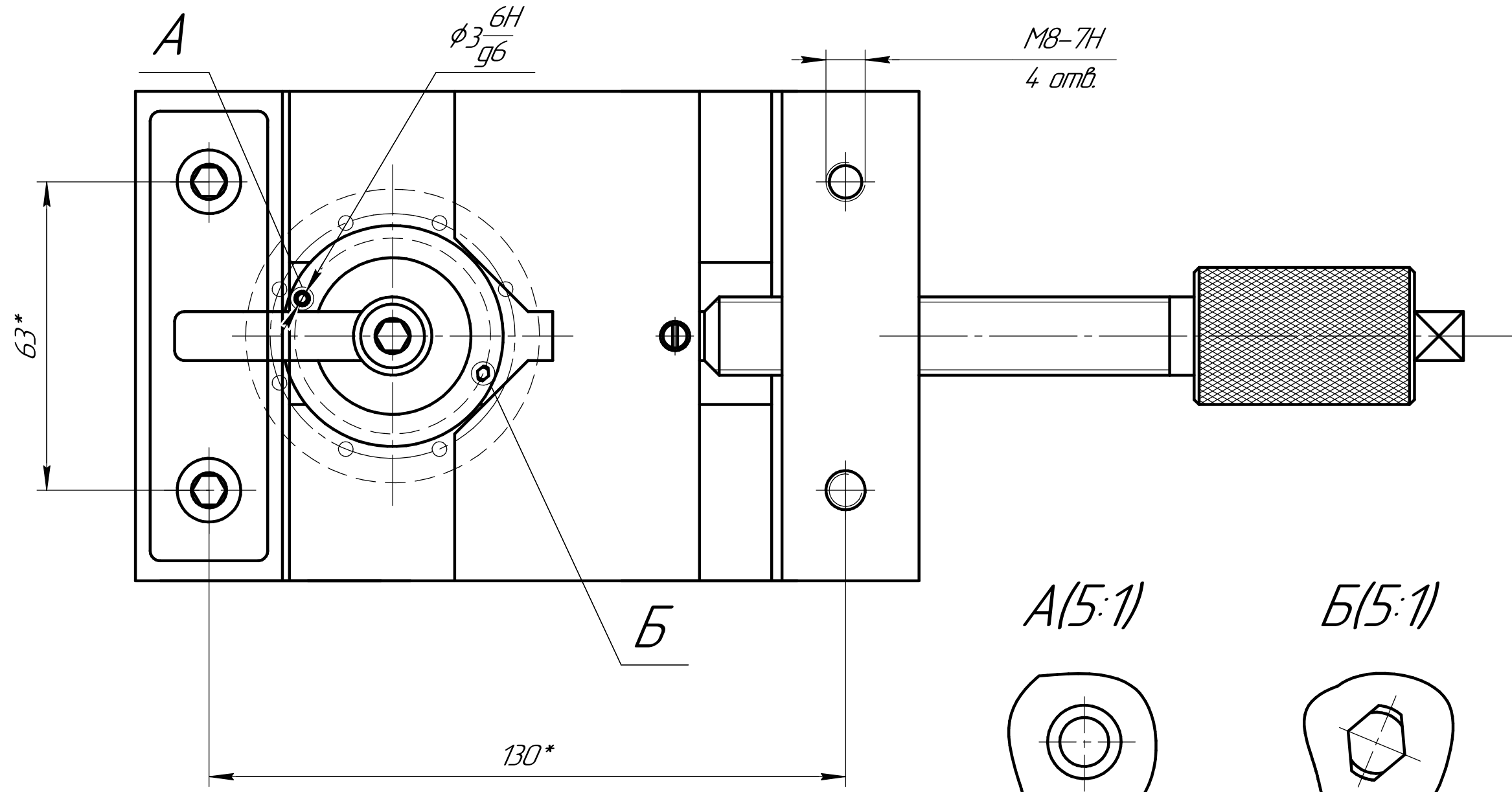
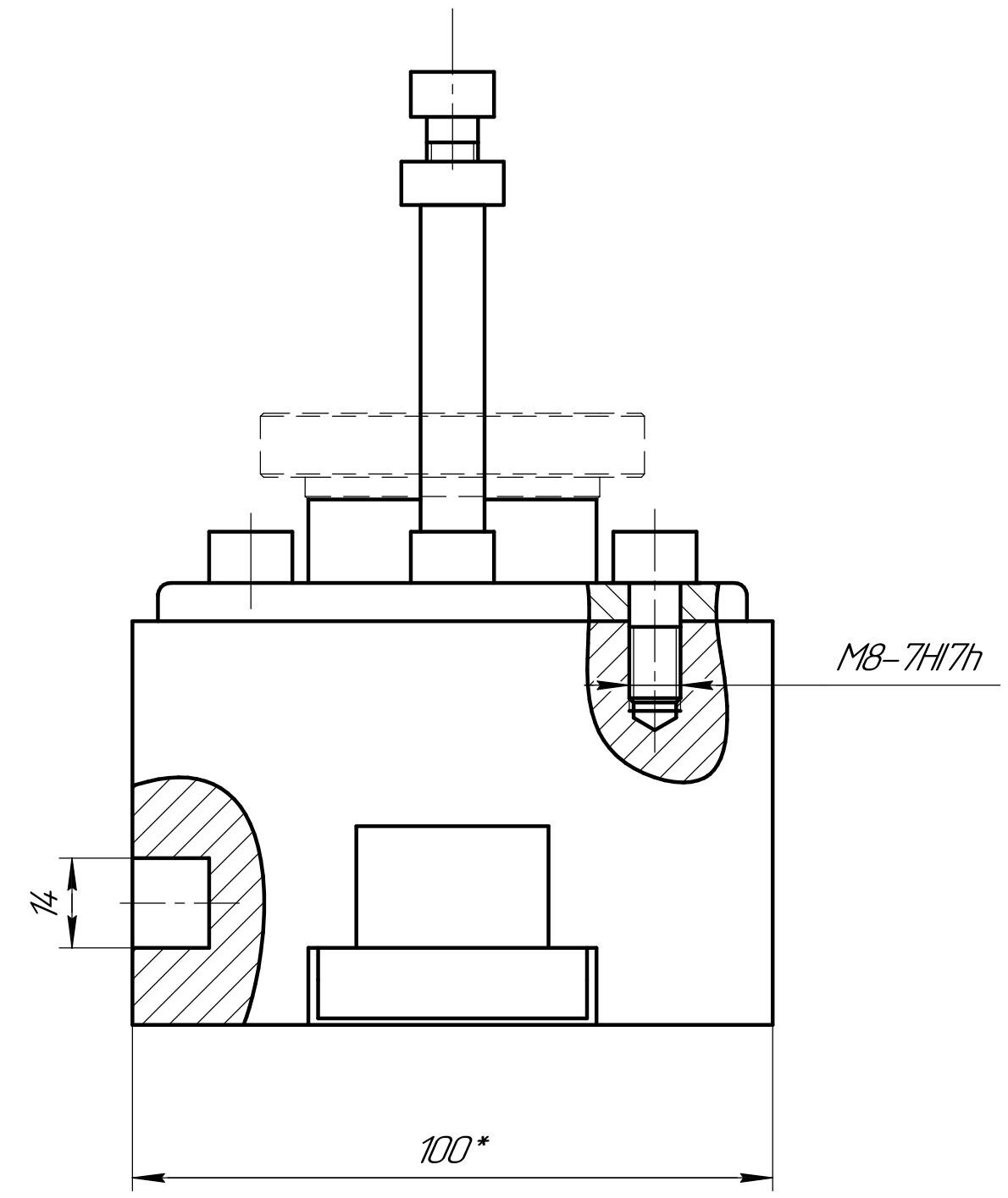
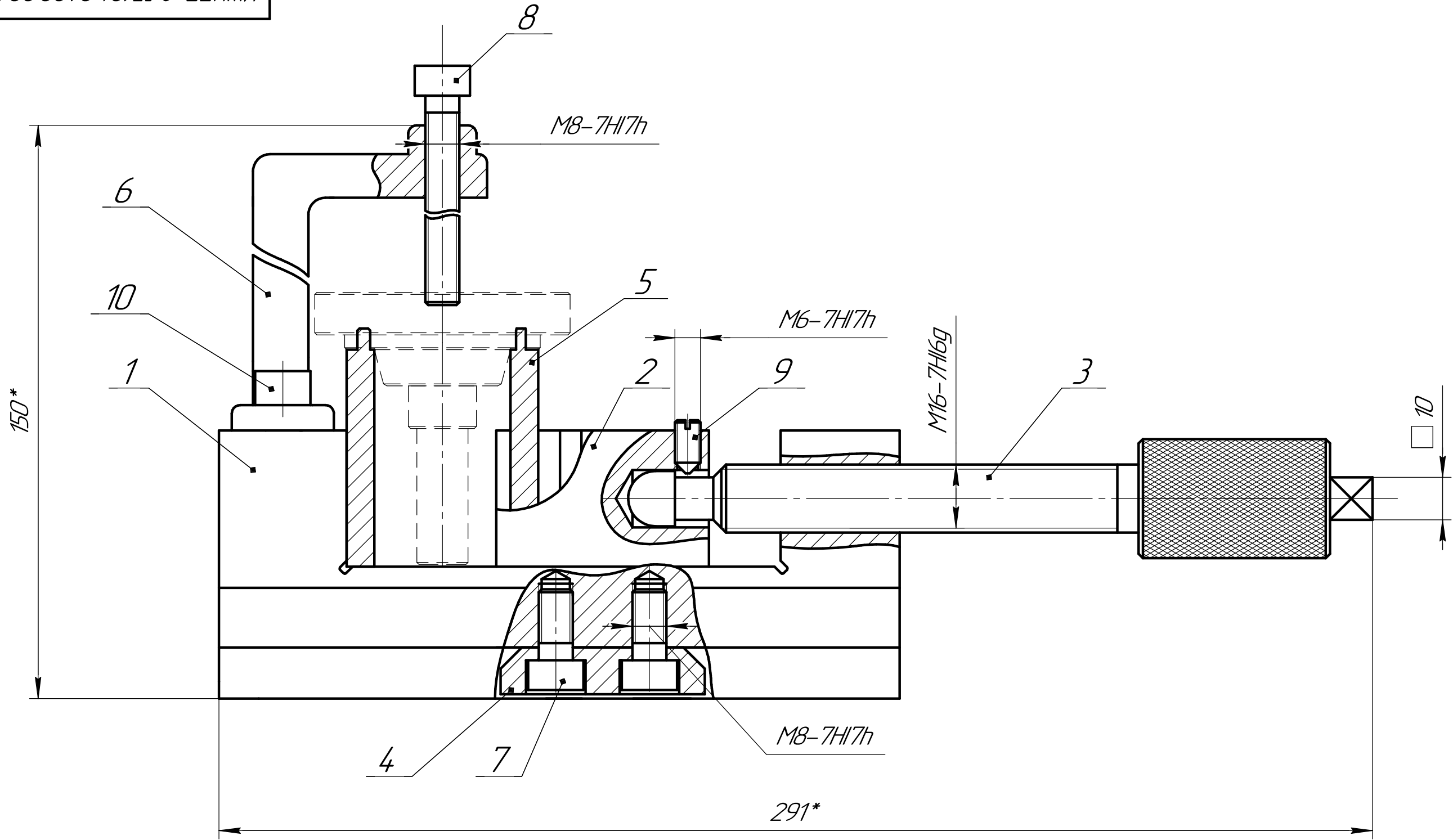
Группа 3-8/151

12

Лист	3
------	---

КОМПАС-3D v17.1 Учебная версия © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.
Изм. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. № Инв. № подл. Подп. и дата. Справа № Перв. примен.

ИШНПТ-8/15104.0100.00.СБ



- Технические характеристики
1. Размер ширины губок 100мм
 2. Диапазон хода подвижной губки 0-50мм
 3. Усилие зажима 15,3 кН
- Технические требования
1. Размеры для справок *
 2. Класс точности тисков Н ГОСТ 20746-84
 3. Подвижные части тисков должны перемещаться без рысков и заеданий.

						ИШНПТ-8/15104.01.00.00.СБ							
						Сборно-разборное приспособление							
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата		Лист						Масса	Масштаб	
Разраб.	Гонимов А.В.		22.05.20		у								1:1
Проб.	Алферова Е.А.		22.05.20										
Т.контр.					Лист							Листов	1
Н.контр.						ТПУ ИШНПТ							
Утв.						Группа 3-8/151							
						Копировать							
						Формат А2							

[illegible]